



TUGAS AKHIR – RE 141581

# **EVALUASI SISTEM PLAMBING, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN GUNUNGSARI KOTA SURABAYA**

THARIQ MISWARY  
3313100106

**Dosen Pembimbing**  
Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





TUGAS AKHIR – RE 141581

# **EVALUASI SISTEM PLAMBING, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN GUNUNGSARI KOTA SURABAYA**

THARIQ MISWARY  
3313100106

**Dosen Pembimbing**  
Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017







FINAL PROJECT – RE 141581

# **EVALUATION OF PLUMBING SYSTEM, WASTE WATER TREATMENT AND SOLID WASTE MANAGEMENT AT GUNUNGSARI FLATS SURABAYA CITY**

THARIQ MISWARY  
3313100106

## **Supervisor**

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



## LEMBAR PENGESAHAN

### EVALUASI SISTEM PLAMBING, INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI RUMAH SUSUN GUNUNGSARI KOTA SURABAYA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**THARIQ MISWARY**  
NRP 3313 100 106

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

  
**Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.**  
NIP : 19520707 198103 1 005





## **Evaluasi Sistem Plambing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya**

Nama Mahasiswa : Thariq Miswary  
NRP : 3313100106  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.

### **ABSTRAK**

Rumah Susun Gunungsari yang terletak di Jalan Gunungsari Kota Surabaya telah selesai dibangun dan mulai beroperasi pada tahun 2011. Terdapat 3 blok bangunan dengan jumlah total unit sebanyak 268 unit. Dari hasil pengamatan awal menunjukkan bahwa rumah susun tersebut mengalami banyak permasalahan pada sistem plambing, pengolahan air limbah maupun pengelolaan sampah.

Studi evaluasi diawali dengan pengumpulan data sekunder (gambar *as build drawing* dan biaya tagihan air per bulan) dan pengumpulan data primer (observasi dan wawancara dengan pihak UPT pengelola dan penghuni Rumah Susun Gunungsari). Data tersebut digunakan sebagai dasar evaluasi lalu dibandingkan dengan kondisi eksisting pada rumah susun tersebut. Acuan evaluasi tersebut berupa standar yang berlaku seperti SNI dan standar-standar lainnya.

Pada sistem plambing, terdapat banyak kebocoran dan diameter pipa *black water* terlalu besar dari ketentuan. Kapasitas roof tank juga tidak mampu menampung air saat penggunaan puncak. *Ground reservoir* tidak menampung cadangan untuk pemadam kebakaran sehingga perlu dilakukan perluasan sebesar 120 m<sup>3</sup> dengan harga Rp.306,014,073.20. Pada pengolahan air limbah eksisting, *black water* menuju ke tangki septik sedangkan *grey water* tidak dilakukan pengolahan. Pengolahan *grey water* direncanakan menggunakan *Anaerobic Baffle Reactor* dengan harga Rp.211,967,896.20. Pada tangki septik eksisting, pengurasan lumpur yang optimal yaitu 2 tahun sekali. Pada pengelolaan sampah, kapasitas gerobak eksisting yaitu 1 m<sup>3</sup> tidak

mampu menampung sampah selama 2 hari, sehingga gerobak perlu diganti menjadi 2 m<sup>3</sup> dan waktu pengangkutan diganti menjadi sehari sekali.

**Kata Kunci :** evaluasi, rumah susun, plambing, fire hydrant, tangki septik, *anaerobic baffle reactor*, pengelolaan sampah

## **Evaluation of Plumbing System, Waste Water Treatment And Solid Waste Management at Gunungsari Flats Surabaya City**

Name : Thariq Miswary  
Register Number : 3313100106  
Departement : Environmental Engineering  
Supervisor : Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng.

### **ABSTRACT**

Gunungsari Flats, located on Gunungsari Street, Surabaya City, has been built and started to operate in 2011. There are 3 building blocks with total units of 268 units. Initial observation indicated that the flats are having many problems on plumbing system, waste water treatment and waste management.

Evaluation study started by collecting secondary data (as build drawing and water bills per month) and collecting primary data (observation and interview to Gunungsari Flats manager and residents). The collected data will be used as basic evaluation than compared with the existing condition in the flat. The reference is the applicable standard such as SNI and other standards.

In plumbing system, there is a lot of leaks and the diameter of black water pipe is bigger than the provision. The roof tank capacity is unable to accommodate water during peak usage. Ground reservoir do not accommodate the reserve water for firefighting unit, therefore it need an expansion of 120 m<sup>3</sup> at price of Rp.306.014.073.20. In wastewater treatment, black water is treated in the septic tank, however grey water is not treated. Therefore grey water treatment is designed using Anaerobic Baffle Reactor at price of Rp.211,967,896.20. In the existing septic tank, the optimal mud desludging is once every 2 years. In solid waste management, the existing cart capacity of 1 m<sup>3</sup>, which is unable to accommodate the solid waste for 2 days, so the cart needs replaced to 2 m<sup>3</sup> and the transport schedule is rearranged into once a day.

**Key Word** : evaluation, flats, plumbing, fire hydrant, septic tank, anaerobic baffle reactor, waste management





## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan pada Allah SWT karena atas Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Sistem Plambing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya”. Atas bimbingan dan pengarahan yang telah diberikan hingga terselesaikan laporan tugas akhir ini, saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, bimbingan dan ilmu yang diberikan.
2. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng., Bapak Alfian Purnomo ST.,MT. dan Bapak Adhi Yuniarto, ST.,MT., Ph.D. selaku dosen penguji tugas akhir, terima kasih atas saran serta bimbingannya.
3. Ibu dan Bapak Dosen Departemen Teknik Lingkungan ITS yang telah membimbing serta memberikan ilmunya.
4. Ibu dan Bapak Petugas UPT Pengelola Rumah Susun Gunungsari yang telah membantu dan memfasilitasi ketika melakukan pengambilan data-data.
5. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran tugas akhir saya.
6. Teman-teman angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat dan siap membantu saya.

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya menerima saran agar penulisan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR GRAFIK .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Ruang Lingkup .....	2
1.5. Manfaat .....	3
BAB 2 GAMBARAN UMUM .....	5
2.1. Lokasi dan Informasi Wilayah .....	5
2.2. Gedung Rumah Susun .....	6
2.2.1 Denah Gedung Rumah Susun .....	6
2.2.2 Detail Tipe Hunian Rumah Susun .....	7
2.2.3 Tinggi Gedung Rumah Susun .....	8
2.3. Keadaan Kondisi Eksting .....	9
2.3.1 Sistem Penyediaan air bersih .....	9
2.3.2 Sistem Penyaluran air buangan .....	11
2.3.3 Sistem Fire Hydrant .....	11

2.3.4	Sistem Penyaluran Air Hujan.....	12
2.3.5	Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	12
2.3.6	Pengelolaan Sampah .....	12
BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA.....		15
3.1.	Penentuan Jumlah Sampel.....	15
3.2.	Sistem Plambing Air Bersih.....	15
3.2.1	Sistem Penyediaan Air Bersih .....	16
3.2.2	Penentuan Kebutuhan Air Bersih .....	17
3.2.3	Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih .....	19
3.2.4	Penentuan Kapasitas Ground Reservoir.....	25
3.2.5	Penentuan Kapasitas Roof Tank.....	25
3.3.	Sistem Plambing Air Limbah.....	26
3.3.1	Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah.....	26
3.3.2	Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran.....	31
3.3.3	Sistem Ven dan Penentuan Ukuran Pipa .....	32
3.4.	Pompa.....	33
3.5.	Sistem Fire Hydrant .....	34
3.5.1	Penentuan Kebutuhan Air Hydrant.....	34
3.5.2	Penentuan Peletakan Hydrant.....	35
3.6.	Sistem Perpipaan Air Hujan.....	36
3.6.1	Intensitas Hujan .....	36
3.6.2	Penentuan Perpipaan Air Hujan .....	37
3.7.	Sistem Pengolahan Air Limbah .....	39
3.7.1	Debit Air Limbah Domestik .....	39
3.7.2	Karakteristik Air Limbah Domestik.....	40

3.7.3	Tangki Septik .....	40
3.7.4	Unit Grease Trap .....	41
3.7.5	Instalasi Anaerobic Baffle Reactor .....	42
3.8.	Sistem Pengelolaan Sampah.....	44
3.8.1	Pewadahan Sampah .....	44
3.8.2	Pengumpulan Sampah .....	45
BAB 4 METODE PELAKSANAAN.....		47
4.1.	Kerangka Pelaksanaan.....	47
4.2.	Uraian Tahapan Kegiatan .....	48
BAB 5 PEMBAHASAN DAN HASIL.....		51
5.1.	Survei Kepuasan dan Penggunaan Air.....	51
5.1.1	Hasil Survei Kepuasan Penghuni .....	51
5.1.2	Pola Penggunaan Air.....	54
5.2.	Evaluasi Sistem Penyediaan Air Bersih.....	56
5.2.1	Kebutuhan Air Bersih.....	56
5.2.2	Kapasitas Ground Reservoir .....	58
5.2.3	Kapasitas Roof Tank .....	59
5.2.4	Dimensi Perpipaan Air Bersih.....	61
5.2.5	Pompa Air Bersih .....	66
5.3.	Evaluasi Sistem Penyaluran Air Buangan .....	68
5.3.1	Dimensi Perpipaan Air Buangan .....	68
5.3.2	Dimensi Pipa Ven .....	70
5.4.	Evaluasi Sistem Fire Hydrant.....	72
5.4.1	Sistem Fire Hydrant Dalam Gedung.....	72
5.4.2	Sistem Fire Hydrant Luar Gedung .....	73

5.4.3	Dimensi Perpipaan Fire Hydrant .....	74
5.4.4	Kebutuhan Air Untuk Fire Hydrant.....	75
5.4.5	Pompa Fire Hydrant.....	77
5.5.	Evaluasi Sistem Penyaluran Air Hujan .....	78
5.5.1	Luas Atap.....	78
5.5.2	Curah Hujan.....	80
5.5.3	Intensitas Hujan .....	80
5.5.4	Perpipaan Air Hujan.....	83
5.6.	Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah.....	85
5.6.1	Kondisi Umum .....	86
5.6.2	Kapasitas Tanki Septik .....	87
5.6.3	Perencanaan Pengolahan Air Limbah.....	90
5.6.4	Rancangan Grease Trap .....	91
5.6.5	Rancangan ABR .....	93
5.6.6	Rancangan SPAL Grey Water.....	105
5.6.7	Penanaman SPAL Grey Water.....	109
5.7.	Evaluasi Pengelolaan Sampah.....	111
5.7.1	Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah .....	111
5.7.2	Analisis Timbulan Sampah .....	112
5.7.3	Analisis Komposisi Sampah .....	113
5.7.4	Pewadahan dan Pengangkutan Sampah.....	114
5.8.	BOQ dan RAB.....	116
5.8.1	Bill of Quantity.....	117
5.8.2	Rencana Anggaran Biaya.....	125
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		131

6.1. Kesimpulan .....	131
6.2. Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA.....	133
LAMPIRAN A (Kuisiioner dan Tarif Air di Surabaya) .....	136
LAMPIRAN B (Sistem Penyediaan Air Bersih) .....	137
LAMPIRAN C (Sistem Penyediaan Air Buangan) .....	138
LAMPIRAN D (Sistem Fire Hydrant).....	139
LAMPIRAN E (Sistem Penyaluran Air Hujan).....	140
LAMPIRAN F (Ground Reservoir, Roof Tank, Tangki Septik, ABR dan Gerobak Sampah) .....	141
LAMPIRAN G (Data Curah Hujan).....	142
LAMPIRAN H (Daftar Harga Barang) .....	143
BIOGRAFI PENULIS .....	144





## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pemakaian air rata-rata per orang per hari.....	17
Tabel 3.2 Unit alat plambing air bersih .....	19
Tabel 3.3 Tabel diameter pipa berdasarkan debit.....	23
Tabel 3.4 Diameter minimum pipa buangan .....	27
Tabel 3.5 Unit alat plumbing sebagai beban tiap alat .....	29
Tabel 3.6 Beban maksimum UAP untuk cabang horizontal dan pipa tegak buangan.....	30
Tabel 3.7 Beban maksimum UAP untuk pipa pembuangan .....	31
Tabel 3.8 Kemiringan untuk pipa buangan arah mendatar .....	31
Tabel 3.9 Ukuran dan panjang pipa ven tegak .....	32
Tabel 3.10 Ukuran pipa cabang horizontal ven dengan lup .....	33
Tabel 3.11 Ukuran saluran talang air hujan .....	37
Tabel 3.12 Bentuk saluran talang air hujan .....	37
Tabel 3.13 Ukuran pipa utama dan perpipaan tegak air hujan .....	38
Tabel 3.14 Persentase debit <i>grey water</i> dan <i>black water</i> .....	39
Tabel 3.15 Kriteria Design ABR .....	43
Tabel 5.1 Pola pemakaian air tiap jam.....	55
Tabel 5.2 Biaya tagihan air tahun 2016 .....	56
Tabel 5.3 Perpipaan Air Bersih Eksisting.....	61
Tabel 5.4 Perhitungan pipa air bersih .....	64
Tabel 5.5 Perpipaan Air Buangan Eksisting .....	68
Tabel 5.6 Perhitungan pipa air buangan.....	69
Tabel 5.7 Perbandingan harga total diameter berbeda.....	70
Tabel 5.8 Pipa ven eksisting.....	70
Tabel 5.9 Perhitungan pipa ven .....	71

Tabel 5.10 Sistem fire hydrant dalam gedung eksisting .....	72
Tabel 5.11 Sistem fire hydrant luar gedung eksisting.....	73
Tabel 5.12 Perpipaan fire hydrant eksisting .....	74
Tabel 5.13 Luasan Atap Tiap Bangunan.....	79
Tabel 5.14 Curah hujan bulan Februari 2015.....	80
Tabel 5.15 Peringkat Data Curah Hujan .....	81
Tabel 5.16 Intensitas hujan untuk tiap blok .....	83
Tabel 5.17 Pipa talang atap direncanakan .....	84
Tabel 5.18 Pipa tegak air hujan direncanakan .....	85
Tabel 5.19 Karakteristik grey water Rumah Susun Gunungsari.....	90
Tabel 5.20 Effluen air limbah seluruh instalasi pengolahan .....	104
Tabel 5.21 Perhitungan Dimensi Pipa Air Limbah .....	107
Tabel 5.22 Perhitungan Penanaman Pipa Air Limbah .....	110
Tabel 5.23 Hasil sampling timbulan sampah.....	113
Tabel 5.24 Hasil sampling komposisi sampah .....	114
Tabel 5.25 BOQ Galian dan Urugan Pipa Air Limbah .....	124
Tabel 5.26 RAB Perluasan Ground Reservoir .....	125
Tabel 5.27 RAB Pembangunan Grease Trap .....	126
Tabel 5.28 RAB Pembangunan Anaerobic Baffle Reactor .....	126
Tabel 5.29 RAB Pemasangan Perpipaan Air Hujan.....	127
Tabel 5.29 RAB Pemasangan Perpipaan Air Limbah .....	128
Tabel 5.31 RAB Pengadaan Gerobak Sampah .....	128
Tabel 5.32 RAB Total Pekerjaan.....	129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Letak rumah susun Gunungsari .....	5
Gambar 2.2 Layout Rumah Susun Gunungsari .....	6
Gambar 2.3 Denah Gedung Rumah Susun Lantai 1 .....	7
Gambar 2.4 Denah Gedung Rumah Susun Lantai 2 – 5 .....	7
Gambar 2.5 Detail Hunian Rumah Susun Gunungsari .....	8
Gambar 2.6 Tampak belakang rumah susun gunungsari .....	8
Gambar 2.7 Tata Letak Utilitas di Rumah Susun Gunungsari .....	9
Gambar 2.9 Roof Tank Eksisting .....	10
Gambar 2.10 Shaft pipa air bersih .....	10
Gambar 2.11 Pompa air bersih .....	10
Gambar 2.12 Dinding berlumut karena pipa bocor .....	10
Gambar 2.13 Pipa air bersih yang bocor .....	10
Gambar 2.14 Shaft pipa air buangan .....	11
Gambar 2.15 Fire hydrant luar gedung .....	11
Gambar 2.16 Fire hydrant dalam gedung .....	11
Gambar 2.17 Tanki septik eksisting .....	12
Gambar 2.18 Sumur resapan eksisting .....	12
Gambar 2.19 Gerobak sampah eksisting .....	13
Gambar 3.1 Sistem Tangki Atap .....	16
Gambar 3.2 Hubungan antara unit beban alat plambing sampai 3000 ..	22
Gambar 3.3 Hubungan antara unit beban alat plambing sampai 250 ....	22
Gambar 3.4 Tangki Septik .....	41
Gambar 3.5 Unit Grase trap .....	42
Gambar 3.6 Unit Anaerobic Baffle Reactor .....	43
Gambar 4.1 Diagram Kerangka Perencanaan .....	47

Gambar 5.1 Ground Reservoir Eksisting .....	59
Gambar 5.2 Roof tank eksisting.....	60
Gambar 5.3 Letak ground reservoir dan roof tank .....	62
Gambar 5.4 Alat plambing dan jalur pipa air bersih .....	63
Gambar 5.5 Isometri pipa air bersih .....	65
Gambar 5.6 Pompa air bersih eksisting .....	66
Gambar 5.7 Sketsa pemompaan air bersih.....	67
Gambar 5.9 Pipa ven tegak .....	71
Gambar 5.10 Box Hydrant dalam gedung .....	72
Gambar 5.11 Box hydrant dan pillar hydrant luar gedung .....	73
Gambar 5.12 Pompa fire hydrant eksisting .....	77
Gambar 5.13 Sketsa pemompaan fire hydrant .....	77
Gambar 5.14 Atap lantai 5 Blok A, B dan C .....	79
Gambar 5.15 Kondisi eksisting perpipaan air hujan .....	84
Gambar 5.16 Shaft pipa air buangan .....	86
Gambar 5.17 Tanki septik eksisting .....	86
Gambar 5.18 Sumur resapan eksisting.....	86
Gambar 5.19 Saluran lingkungan eksisting.....	87
Gambar 5.20 Letak Tangki Septik.....	88
Gambar 5.21 Skema pengolahan air limbah.....	91
Gambar 5.21 Kondisi eksisting pengelolaan sampah .....	111
Gambar 5.22 Pintu shaft sampah.....	111
Gambar 5.23 Tampak samping.....	116
Gambar 5.24 Tampak belakang.....	116
Gambar 5.25 Bentuk galian penanaman pipa air limbah .....	122

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1 Hasil kepuasan penghuni.....	52
Grafik 5.2 Waktu penggunaan air terbanyak (jam) .....	52
Grafik 5.3 Ukuran tempat sampah penghuni .....	53
Grafik 5.4 Waktu pembuangan sampah .....	53
Grafik 5.5 Jumlah penghuni memilah sampah.....	53
Grafik 5.6 Pola pemakaian air tiap jam .....	54
Grafik 5.7 Removal COD pada bak pengendap .....	94
Grafik 5.8 Rasio efisiensi removal BOD terhadap COD.....	95
Grafik 5.9 Removal TSS terhadap HRT.....	95
Grafik 5.10 Removal lumpur .....	96
Grafik 5.11 Faktor overload pada ABR .....	100
Grafik 5.12 Faktor strength pada ABR.....	100
Grafik 5.13 Faktor temperatur pada ABR .....	101
Grafik 5.14 Faktor HRT pada ABR .....	101
Grafik 5.15 Faktor jumlah kompartemen pada ABR .....	102
Grafik 5.16 Efisiensi removal BOD terhadap COD .....	102
Grafik 5.17 <i>Hydraulic Elements for Circular Sewer</i> .....	105



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia dengan jumlah penduduk 2.848.583 jiwa dengan pertumbuhan penduduk sebesar 0,52% (BPS Kota Surabaya). Semakin bertambahnya penduduk maka semakin sedikit ketersediaan lahan di kota Surabaya sehingga menyebabkan banyak masalah, antara lain tumbuhnya perumahan kumuh yang disebabkan oleh banyaknya penduduk yang ingin tinggal di kota. Oleh sebab itu pembangunan rumah vertikal atau rumah susun dirasakan perlu digalakkan, salah satunya adalah Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya yang telah selesai dibangun pada tahun 2011.

Setelah beroperasi selama kurang lebih 5 tahun, rumah susun Gunungsari telah banyak mengalami permasalahan pada prasarana umum. Pada sistem plambing terjadi kebocoran pada pipa-pipa, tidak tercukupinya air saat pagi hari (jam puncak) hingga tersumbat dan meluapnya air dari pipa pembuangan. Begitupula pada sistem pengelolaan limbah cair dan limbah padat, masih banyak yang belum dikelola dengan baik.

Berdasarkan Undang-Undang RI No. 20 Tahun 2011, sebuah rumah susun harus memiliki kelengkapan prasarana yang memenuhi standar tertentu untuk kebutuhan tempat tinggal yang layak, sehat, aman, dan nyaman meliputi jaringan jalan, drainase, sanitasi, air bersih, dan tempat sampah. Hal ini yang menyebabkan diperlukannya evaluasi dari sistem plambing, instalasi pengolahan air limbah, dan pengelolaan sampah. Tujuan dari evaluasi yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah sistem plambing (penyediaan air bersih, penyaluran air buangan, *fire hydrant* dan talang air hujan), masalah pada instalasi pengolahan air limbah dan masalah pada pengelolaan sampah sehingga memberikan solusi pada permasalahan yang terjadi pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya. Manfaat dari evaluasi ini adalah untuk memberikan masukan kepada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya tentang pengelolaan sistem plambing, instalasi pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah yang sesuai dan tepat pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang menjadi dasar untuk evaluasi sistem plambing yaitu banyaknya terjadi kebocoran pada pipa-pipa baik itu pipa air bersih dan pipa air buangan, tidak tercukupinya air saat penggunaan bersamaan ketika pagi hari dan tersumbat dan meluapnya air dari pipa air buangan. Sedangkan untuk evaluasi instalasi pengolahan air limbah *black water* yang berupa tangki septik dilakukan karena mengalami penyumbatan serta belum adanya pengolahan air limbah *grey water*, dan evaluasi pengelolaan sampah dilakukan karena belum optimal pada pewadahan dan waktu pengangkutan sehingga menimbulkan bau dan lalat yang berterbangan.

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari evaluasi tersebut adalah:

1. Mengevaluasi permasalahan sistem plambing pada Rumah susun Gunungsari.
2. Mengevaluasi kebutuhan reservoir pada saat jam puncak pemakaian air.
3. Mengevaluasi instalasi pengolahan air limbah *black water* yang berupa tangki septik dan merencanakan pengolahan air limbah *grey water*.
4. Mengevaluasi pengelolaan sampah berupa pewadahan dan waktu pengangkutannya.

## **1.4. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup dari evaluasi sistem plambing rumah susun Gunungsari Kota Surabaya sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang akan dilakukan yaitu seluruh Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya.
2. Aspek yang akan ditinjau meliputi aspek teknis dan aspek finansial.
3. Evaluasi yang dilakukan berupa sistem perpipaan air bersih, perpipaan air buangan, perpipaan *fire hydrant*, perpipaan air hujan dan bangunan pelengkap seperti *ground reservoir*, *roof tank*.
4. Evaluasi instalasi pengolahan air limbah *grey water* berupa volume dan kondisi fisik tangki septik, lalu



merencanakan pengolahan air limbah berupa *anaerobic baffle reactor* (ABR).

5. Evaluasi juga dilakukan pada pengelolaan sampah berupa perhitungan kebutuhan pewadahan dan waktu pengangkutan sampah.

#### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan masukan kepada Rusun Gunungsari Kota Surabaya tentang pengelolaan sistem plambing, instalasi pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah yang layak diterima oleh penghuni Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB 2 GAMBARAN UMUM

### 2.1. Lokasi dan Informasi Wilayah

Rumah susun Gunungsari terletak ditengah Kota Surabaya dengan luas  $\pm 6799 \text{ m}^2$ . Letak rumah susun Gunungsari dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Letak rumah susun Gunungsari

Sumber : Google Earth

Batas-batas wilayah rumah susun Gunungsari Kota Surabaya yaitu sebagai berikut :

1. Utara : Jalan Gunungsari
2. Barat : Sungai Surabaya
3. Timur : Mess Kostrad Brawijaya
4. Selatan : Sungai Surabaya

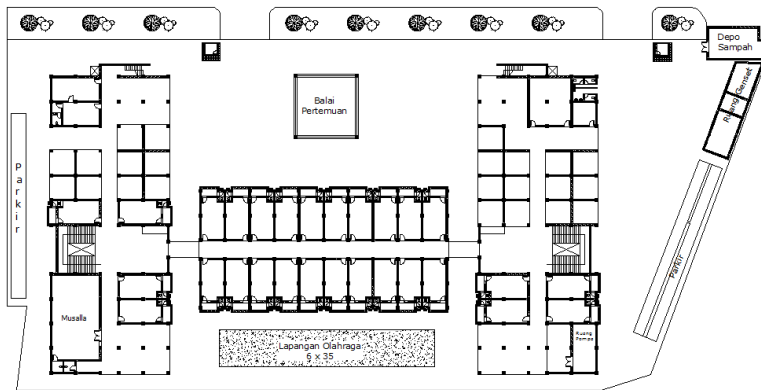
Rumah susun Gunungsari Kota Surabaya mulai dihuni pada tahun 2011 dengan jumlah 268 unit hunian. Pengelola rumah susun Gunungsari Kota Surabaya mengizinkan tiap hunian diisi oleh maksimum 5 orang. Rumah susun tersebut dihuni oleh masyarakat ekonomi menengah kebawah.

## 2.2. Gedung Rumah Susun

Berikut ini akan dijelaskan denah, detail hunian dan tinggi bangunan dari Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya.

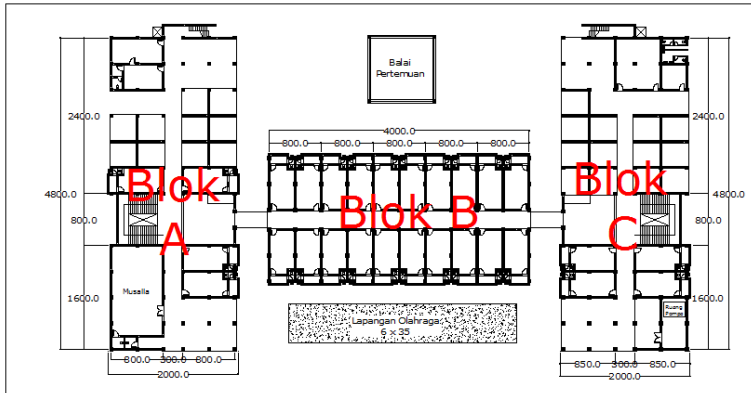
### 2.2.1 Denah Gedung Rumah Susun

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya memiliki 3 blok bangunan, yaitu blok A, B dan C dengan masing-masing blok berjumlah 5 lantai. Layout dari Rumah Susun Gunungsari dapat dilihat pada gambar 2.2. Denah gedung rumah susun lantai 1 dapat dilihat pada gambar 2.3 dan denah gedung rumah susun lantai 2 sampai 5 dapat dilihat pada gambar 2.4.



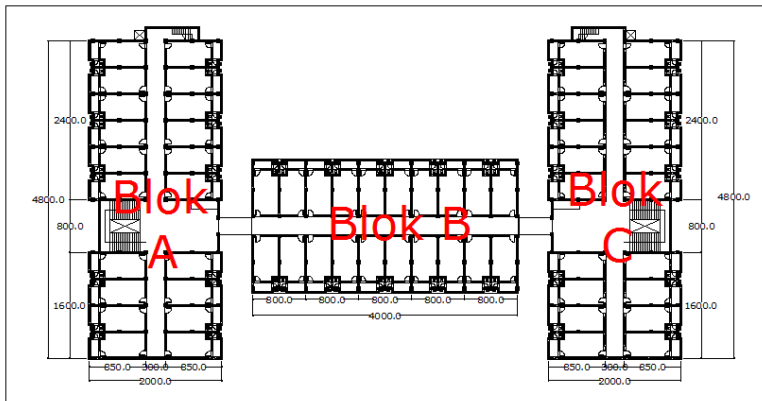
Gambar 2.2 Layout Rumah Susun Gunungsari

Sumber : *As Build Drawing*



Gambar 2.3 Denah Gedung Rumah Susun Lantai 1

Sumber : *As Build Drawing*

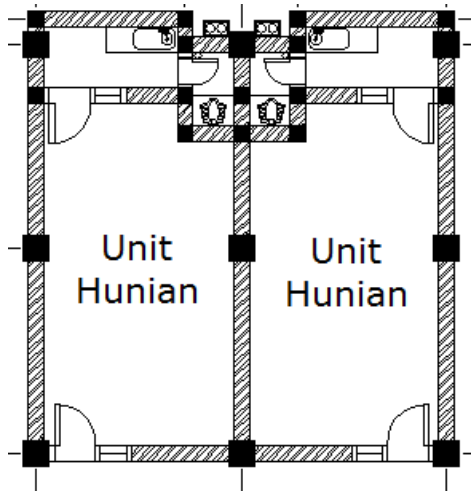


Gambar 2.4 Denah Gedung Rumah Susun Lantai 2 – 5

Sumber : *As Build Drawing*

## 2.2.2 Detail Tipe Hunian Rumah Susun

Rumah susun Gunungsari Kota Surabaya hanya memiliki 1 jenis tipe hunian yang dapat dilihat pada gambar 2.5

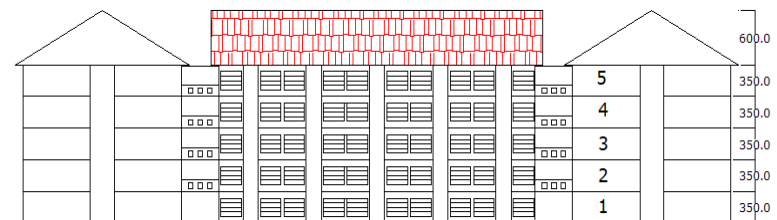


Gambar 2.5 Detail Hunian Rumah Susun Gunungsari

Sumber : *As Build Drawing*

### 2.2.3 Tinggi Gedung Rumah Susun

Rumah susun Gunungsari Kota Surabaya memiliki tinggi bangunan total 23.5 meter dengan 17.5 meter adalah bangunan 5 lantai, tiap lantainya setinggi 3.5 meter, sedangkan tingggi atap yaitu 6 meter. Tinggi gedung rumah susun tersebut yang dapat dilihat pada gambar 2.6



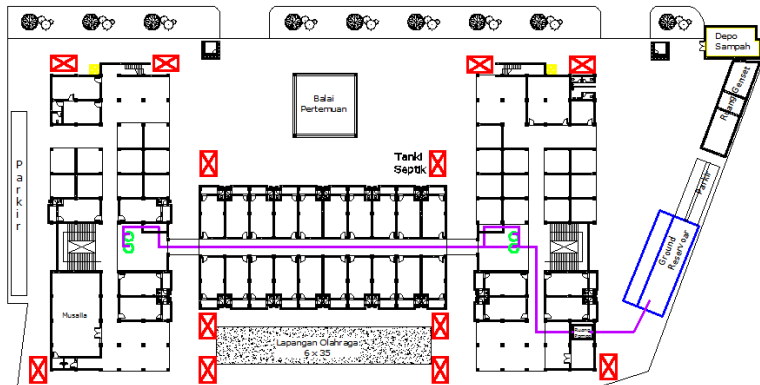
Gambar 2.6 Tampak belakang rumah susun gunungsari

Sumber : *As Build Drawing*

### 2.3. Keadaan Kondisi Eksting

Berikut ini akan dijelaskan keadaan kondisi eksisting dari sistem penyediaan air bersih, air buangan, fire hydrant, penyaluran air hujan, instalasi pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah yang ada di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya.

Semua utilitas yang ada pada rumah susun tersebut dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tata Letak Utilitas di Rumah Susun Gunungsari

Sumber : *As Build Drawing*

Keterangan :

-  = Ground Reservoir
-  = Tanki Septik
-  = Roof Tank
-  = Shaft Sampah

#### 2.3.1 Sistem Penyediaan air bersih

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya mendapatkan air bersih dari suplai PDAM Kota Surabaya, air tersebut ditampung pada ground reservoir dengan kapasitas 160 m<sup>3</sup>. Ground reservoir tersebut dirancang untuk menyimpan air bersih dan air pemadam kebakaran. Kemudian air bersih tersebut dipompa ke roof tank agar air dapat mengalir ke tiap-tiap unit secara gravitasi.

Roof tank pada rumah susun tersebut berupa tandon yang terbuat dari bahan stainless dengan jumlah 4 buah dengan kapasitas tiap tandon 2 m<sup>3</sup>. Shaft air bersih hanya terdapat pada blok A dan C. Pompa air bersih yang digunakan berjumlah 4 buah. Alat plambing yang digunakan yaitu kran dan sink dapur. Kondisi eksisting penyediaan air bersih dapat dilihat pada gambar 2.8 hingga 2.11.



Gambar 2.8 Letak Reservoir Eksisting



Gambar 2.9 Roof Tank Eksisting



Gambar 2.10 Shaft pipa air bersih



Gambar 2.11 Pompa air bersih



Gambar 2.12 Dinding berlumut karena pipa bocor

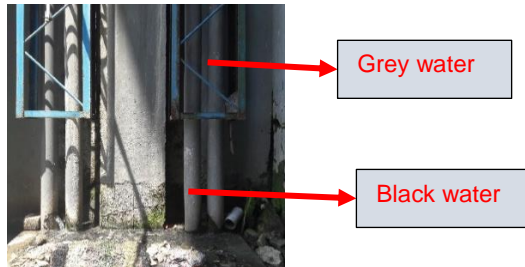


Gambar 2.13 Pipa air bersih yang bocor



### 2.3.2 Sistem Penyaluran air buangan

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya membagi 2 saluran air buangan, yaitu untuk *black water* dari WC ke tangki septik dan *grey water* dari dapur dan floor drain ke saluran lingkungan. Shaft pipa buangan dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Shaft pipa air buangan

### 2.3.3 Sistem Fire Hydrant

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya memiliki 2 sistem *fire hydrant*, yaitu *fire hydrant* yang berada pada luar gedung dan di dalam gedung. Pompa yang digunakan untuk *fire hydrant* berjumlah 1 buah. Fire hydrant dalam dan luar gedung dapat dilihat pada gambar 2.15 dan 2.16.



Gambar 2.15 Fire hydrant luar gedung



Gambar 2.16 Fire hydrant dalam gedung

#### 2.3.4 Sistem Penyaluran Air Hujan

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya belum memiliki sistem penyaluran air hujan, sehingga hujan yang turun langsung saja mengalir ke saluran lingkungan dan dialirkan ke drainase utama yang menuju ke sungai wonokromo di arah selatan.

#### 2.3.5 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya hanya menggunakan tangki septik untuk pengelolaan limbah dari WC (*black water*), sangat disayangkan untuk cucian dapur dan floor drain (*grey water*) langsung dibuang ke saluran lingkungan dan tidak dilakukan pengolahan sehingga akan mengakibatkan pencemaran badan air. Jumlah tangki septik sebanyak 12 buah dengan kapasitas tiap tangki septik sebesar 20 m<sup>3</sup>. Tangki septik tersebut juga dilengkapi dengan sumur resapan. Pihak pengelola rumah susun melakukan pengurasan tangki septik setiap 3 tahun sekali melalui jasa sedot tinja. Tangki septik dan sumur resapan eksisting dapat dilihat pada gambar 2.17 dan 2.18.



Gambar 2.17 Tangki septik eksisting



Gambar 2.18 Sumur resapan eksisting

#### 2.3.6 Pengelolaan Sampah

Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya hanya menyediakan tempat sampah komunal yang dihubungkan dengan

shaft sampah. Shaft sampah tersebut hanya 2 yang terdapat pada blok A dan C. Untuk mengumpulkan sampah tersebut, pada dasar shaft sampah tersebut diletakkan gerobak sampah dengan kapasitas 1 m<sup>3</sup>. Waktu pengangkutan sampah dari gerobak sampah menuju ke TPS terdekat sebanyak 2 kali sehari. Gerobak sampah eksisting dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Gerobak sampah eksisting

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB 3**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1. Penentuan Jumlah Sampel**

Pada saat penentuan jumlah sampel seringkali diajukan pertanyaan berapa jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian. Sampel yang terlalu kecil dapat menyebabkan penelitian tidak dapat menggambarkan kondisi populasi yang sesungguhnya. Sebaliknya, sampel yang terlalu besar dapat mengakibatkan pemborosan biaya penelitian.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan rumus Slovin (Sevilla et. al., 2007), sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{N(e)^2 + 1} \quad (3.1)$$

Dimana :

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi

e = batas toleransi kesalahan

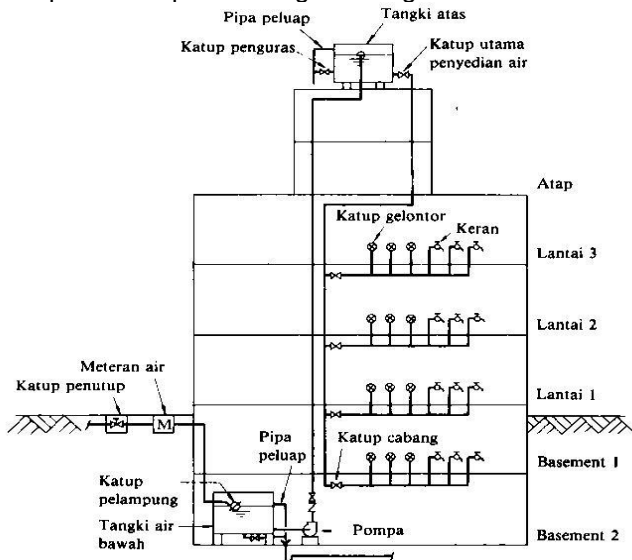
Untuk menggunakan rumus tersebut, pertama ditentukan berapa batas toleransi kesalahan. Batas toleransi kesalahan ini dinyatakan dengan persentase. Semakin kecil toleransi kesalahan, semakin akurat sampel menggambarkan populasi. Misalnya, penelitian dengan batas kesalahan 5% berarti memiliki tingkat akurasi 95%. Penelitian dengan batas kesalahan 2% memiliki tingkat akurasi 98%. Dengan jumlah populasi yang sama, semakin kecil toleransi kesalahan, semakin besar jumlah sampel yang dibutuhkan.

#### **3.2. Sistem Plambing Air Bersih**

Pada sistem plambing air bersih, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan berupa sistem penyediaan air bersih, kebutuhan air bersih, dimensi pipa air bersih, kapasitas dari *ground reservoir* dan *roof tank*.

### 3.2.1 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih yang digunakan yaitu sistem tangki atap. Dalam sistem ini dapat dilihat pada gambar 3.1 menunjukkan air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau dibawah muka tanah) kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki atap ini diterapkan seringkali dengan alasan berikut :



Gambar 3.1 Sistem Tangki Atap

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

- Selama air digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak terjadi, perubahan tekanan ini hanyalah akibat muka air dalam tangki atap.
- Sistem pompa yang ada pada *roof tank* bekerja otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka dalam tangki atap.

- c. Perawatan tangki atap sangat sederhana jika dibandingkan dengan tangki tekan.

Apabila tekanan air dalam pipa utama cukup besar, air dapat langsung dialirkan ke dalam tangki atap tanpa disimpan dalam *ground reservoir* dan dipompa. Dalam keadaan demikian ketinggian lantai atas yang dapat dilayani akan tergantung pada besarnya tekanan air dalam pipa utama dari PDAM. Selain itu pada setiap tangki bawah dan tangki atap harus dipasang alarm yang akan memberi tanda suara untuk muka air rendah atau muka air penuh.

### 3.2.2 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Apabila jumlah penghuni diketahui, untuk suatu bangunan gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan standar pemakaian air per orang per hari untuk penggunaan gedung tersebut. Pemakaian air rata-rata dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pemakaian air rata-rata per orang per hari

No	Jenis gedung	Pemakaian rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Keterangan
1.	Perumahan	250	8-10	Setiap penghuni
2.	mewah	160-250	8-10	Setiap penghuni
3.	Rumah biasa	200-250	8-10	Mewah : 250 liter
	Apartemen			Menengah : 180 liter
4.	Asrama	120	8	Bujangan : 120 liter
5.	Rumah sakit	Mewah >1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	Bujangan  (Setiap tempat tidur pasien) Pasien luar : 8 liter Staf/pegawai : 120 liter
6.			5	Keluarga pasien : 160 liter
7.	Sekolah dasar	40	6	Guru : 100 liter
8.	SLTP	50	6	Guru : 100 liter
	SLTA dan lebih tinggi	80	8	Guru/dosen : 100 liter
9.	Rumah-toko	100-200	8	
10.	Gedung kantor	100	7	
11.		3		

No	Jenis gedung	Pemakaian rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Keterangan
	Toserba (Toko serba ada, department store)			Penghuninya :160 liter Setiap pegawai Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

- Pemakaian air dalam satu hari ( $Q_1$ ) adalah :  

$$Q_1 = \text{Jumlah penghuni} \times \text{Pemakaian Air} \quad (3.2)$$
- Diperkirakan tambahan pemakaian air untuk menyiram tanaman, mengatasi kebocoran, dan lain-lain sehingga untuk pemakaian air rata-rata per hari ( $Q_d$ ) :  

$$Q_d = (100\% + \text{Tambahan pemakaian air } \%) \times Q_1 \quad (3.3)$$
- Pemakaian air rata-rata  

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \quad (3.4)$$

Dimana :

$Q_h$  : Pemakaian air rata-rata ( $m^3/\text{jam}$ )  
 $Q_d$  : Pemakaian air rata-rata sehari ( $m^3/\text{hari}$ )  
 $t$  : Jangka waktu pemakaian air dalam 1 hari (jam)
- Pemakaian air pada jam puncak  

$$Q_{h-\max} = Q_h \times C_1 \quad (3.5)$$

Dimana :

$Q_{h-\max}$  : Pemakaian air pada jam puncak ( $m^3/\text{jam}$ )  
 $C_1$  : Konstanta  $\rightarrow$  berkisar antara 1.5 – 2.0
- Pemakaian air pada menit puncak  

$$Q_{m-\max} = \frac{Q_h}{60} \times C_2 \quad (3.6)$$

Dimana :

$Q_{m-\max}$  : Pemakaian air pada menit puncak ( $m^3/\text{jam}$ )  
 $C_2$  : Konstanta  $\rightarrow$  berkisar antara 3.0 – 4.0



### 3.2.3 Penentuan Dimensi Pipa Air Bersih

Dalam menentukan ukuran pipa perlu dipertimbangkan batas kerugian gesek atau gradien hidraulik yang diizinkan, demikian juga batas kecepatan tertinggi. Penentuan dimensi pipa air bersih menggunakan metode sistem hitungan *hydraulic*. Metode tersebut didasarkan atas debit air yang mengalir pada peralatan saniter. Langkah penentuan dimensi pipa air bersih :

- Menentukan jumlah dan posisi *roof tank*.
- Menghitung jumlah dan jenis alat plambing yang digunakan.

Sebelum menentukan jumlah unit beban setiap alat plambing maka perlu ditentukan banyak alat dalam ruangan tersebut.

- Menentukan jalur air bersih tiap alat plambing.  
Selanjutnya menentukan jalur pipa untuk setiap alat plambing tersebut. Selanjutnya dihitung jumlah unit beban alat plambing tiap jalur tersebut. Adapun rumus untuk mencari besar unit beban alat plambing pada metode ini adalah sebagai berikut :

$$\text{unit beban total} = \text{jumlah alat} \times \text{unit beban alat}$$

Untuk jumlah unit beban alat plambing dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Unit alat plambing air bersih

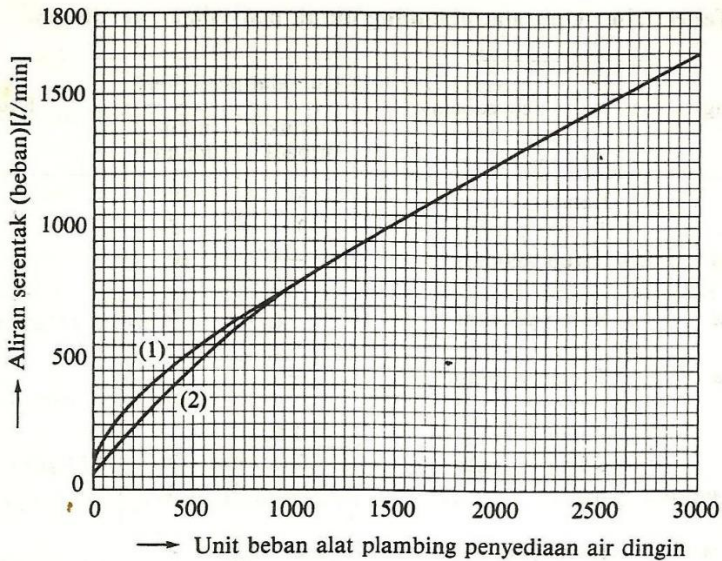
Perlengkapan atau peralatan <sup>2</sup>	Ukuran pipa cabang minimum <sup>1,4</sup> (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul <sup>6</sup> (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan shower	½	4.0	4.0	-
Bak rendam dengan katup ¾ inci	¾	10.0	10.0	-
Bidet	½	1.0	-	-
Pencuci pakaian	½	4.0	4.0	-
Unit dental	½	-	1.0	-

<b>Perlengkapan atau peralatan<sup>2</sup></b>	<b>Ukuran pipa cabang minimum<sup>1,4</sup> (inci)</b>	<b>Pribadi (UBAP)</b>	<b>Umum (UBAP)</b>	<b>Tempat berkumpul<sup>6</sup> (UBAP)</b>
Pencuci piring rumah tangga	½	1.5	1.5	-
Pancuran air minum, air pendingin	½	0.5	0.5	0.75
Hose Bibb	½	2.5	2.5	-
Hose Bibb, tiap pertambahan	½	1.0	1.0	-
Lavatory	½	1.0	1.0	1.0
Sprinkler halaman <sup>5</sup>	-	1.0	1.0	-
Sink/Bak				
• Bak	½	1.0	2.0	-
• Kran Klinik	½	-	3.0	-
• Katup gelontor klinik	1	-	8.0	-
• Dapur rumah tangga	½	1.5	1.5	-
• Laundry	½	1.5	1.5	-
• Bak pel	½	1.5	3.0	-
• Cuci muka	½	-	2.0	-
Shower	½	2.0	2.0	-
Urinal, katup gelontor	¾	Lihat catatan <sup>7</sup>		-
Urinal, tangki pembilas	½	2.0	2.0	3.0
Pancuran cuci, spray sirkular	¾	-	4.0	-
Kloset, tangki gravitasi 6LPF	½	2.5	2.5	3.5
Kloset, tangki meter air 6LPF	½	2.5	2.5	3.5

Perlengkapan atau peralatan <sup>2</sup>	Ukuran pipa cabang minimum <sup>1,4</sup> (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul <sup>6</sup> (UBAP)
Kloset, katup meter air 6LPF	1	Lihat catatan <sup>7</sup>		-
<div>1. Ukuran dari pipa cabang air dingin, pipa cabang air panas atau keduanya</div> <div>2. Alat, peralatan, atau perlengkapan yang tidak dirujuk dalam tabel ini harus diijinkan untuk menjadi ukuran dengan mengacu pada perlengkapan yang memiliki laju aliran dan frekuensi penggunaan yang sama</div> <div>3. Nilai UBAP mewakili beban untuk air dingin. Nilai UBAP untuk air dingin dan air panas yang terpisah atau yang digabung harus diperoleh dengan mengambil nilai ¾ dari total nilai alat plambing</div> <div>4. Untuk alat plambing individu, ukuran minimum pipa cabang pemasok adalah ukuran nominal (ND)</div> <div>5. Perhitungan suplai untuk aliran menerus, menentukan besaran aliran (L/detik) dan perlu penambahan kebutuhan untuk sistem distribusi terpisah</div> <div>6. Penggunaan untuk tempat berkumpul</div> <div>7. Ukuran sistem penggelontor (<i>flushometer system</i>)</div>				

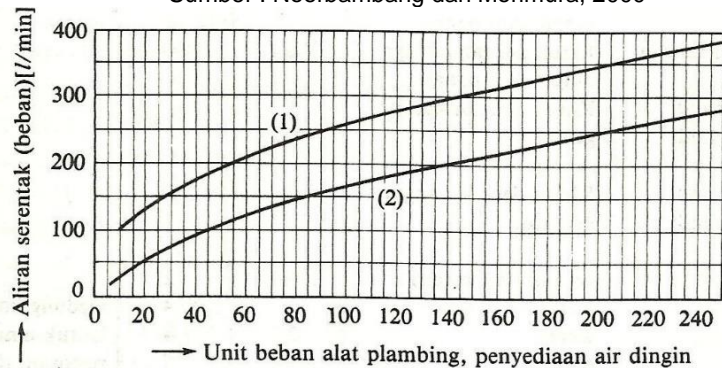
Sumber : SNI 8153-2015

- d. Menentukan besarnya nilai fixture unit.
- e. Menentukan besarnya debit yang digunakan.  
 Setelah didapatkan jumlah unit beban alat plambing selanjutnya dicari besar debit yang mengalir dalam jalur pipa. Dalam tahap ini, untuk setiap alat plambing ditetapkan suatu unit beban (fixture unit). Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya unit beban dari semua alat plambing yang dilayaninya, dan kemudian dicari besarnya laju aliran dengan gambar 3.2 dan gambar 3.3 dengan cara memplotkan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran.  
 Kurva tersebut memberikan hubungan antara jumlah unit beban plambing dengan laju aliran air, dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat-alat plambing.



Gambar 3.2 Hubungan antara unit beban alat plambing sampai 3000

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000



Gambar 3.3 Hubungan antara unit beban alat plambing sampai 250

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

Keterangan :

Kurva (1) untuk sistem yang sebagian besar dengan katup gelontor  
 Kurva (2) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor

f. Menentukan dimensi pipa air bersih.

Pipa yang digunakan pada perencanaan plambing ada 3 jenis menurut tempat dan kegunaan masing masing.

- Pipa primer  
Merupakan pipa yang tersambung dari reservoir sebagai pipa utama yang mengalirkan air sebelum ke setiap shaft gedung.
- Pipa shaft (vertikal)  
Merupakan pipa sambungan dari pipa primer yang dipasang vertikal menyesuaikan kondisi shaft pada gedung.
- Pipa sambungan ke alat plambing.  
Merupakan pipa sambungan setelah pipa shaft yang mengalirkan air ke setiap alat plambing yang telah terinstal pada masing-masing ruang.

Debit pipa setiap jalur yang telah didapat dari kurva sebelumnya digunakan untuk menentukan besar diameter yang akan digunakan pada setiap jalur pipa. Penentuan diameter pipa menggunakan debit dapat ditentukan dari tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Tabel diameter pipa berdasarkan debit

Fixture		Number of Fixtures								
		1	2	4	8	12	16	24	32	40
Water closet										
Tank	Gpm	8	16	24	48	60	80	96	128	150
	Pipe size, in	½	¾	1	1 ¼	1 ½	1 ½	2	2	2
Flush valve	Gpm	30	50	80	120	140	160	200	250	300
	Pipe size, in	1	1 ¼	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½
Urinal										
Tank	Gpm	6	12	20	32	42	56	72	90	120
	Pipe size, in	½	¾	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼	1 ½	2	2
Flush valve	Gpm	25	37	45	75	85	100	125	150	175
	Pipe size, in	1	1 ¼	1 ¼	1 ½	1 ½	2	2	2	2

Fixture		Number of Fixtures								
		1	2	4	8	12	16	24	32	40
Wash basin	Gpm	4	8	12	24	30	40	48	64	75
	Pipe size, in	½	½	¾	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ½	1 ½
Bath tub	Gpm	15	30	40	80	96	112	144	292	240
	Pipe size, in	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2	2	2 ½	2 ½
Shower bath	Gpm	8	16	32	64	96	128	192	256	320
	Pipe size, in	½	¾	1 ¼	1 ½	2	2	2 ½	2 ½	3
Sinks	Gpm	15	25	40	64	84	96	120	150	200
	Pipe size, in	¾	1	1 ¼	1 ½	1 ½	2	2	2	2 ½

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

- g. Menentukan headloss tiap jalur pipa air bersih.  
Setelah didapatkan diameter pada masing masing jalur pipa dilakukan perhitungan headloss pada masing masing jalur serta evaluasi besar headloss dengan static head dari reservoir ke pipa. Untuk menghitung headloss (Hf) dapat digunakan rumus dasar kehilangan tekanan,

1. Rumus Hazen Williams

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.2785 \times c \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \quad (3.7)$$

dimana :

- Hf = Headloss (m)  
Q = Debit air (m<sup>3</sup>/detik)  
c = Koefesien kekasaran pipa  
D = Diameter pipa (m)  
L = Panjang pipa (m)

Dari rumus Hazen William diatas dapat diturunkan dan dimodifikasi menjadi rumus yang lebih sesuai dengan keadaan dilapangan terutama di Indonesia. Rumus Hazen William yang telah diturunkan menjadi seperti berikut:

2. Rumus Penurunan Hazen Williams dengan penggantian satuan.

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.00155 \times c \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \quad (3.8)$$

dimana :

- Hf = Headloss (m)

- Q = Debit air (L/detik)  
 C = Koefesien kekasaran pipa  
 D = Diameter pipa (cm)  
 L = Panjang pipa (m)

Setelah didapat headloss pada setiap jalur pipa dapat dievaluasi menurut besar headloss dibandingkan dengan nilai static head.

- h. Evaluasi nilai headloss dengan nilai static head dari reservoir.

Untuk menghindari air yang tidak dapat mengalir terutama pada lantai teratas sehingga nilai static head harus **lebih besar** dari nilai headloss pada lantai teratas. Apabila nilai headloss pada jalur pipa terlalu besar dapat diganti dengan diameter pipa yang lebih besar untuk menurunkan nilai headloss tersebut.

### 3.2.4 Penentuan Kapasitas Ground Reservoir

*Ground Reservoir* ini berfungsi menampung air bersih untuk kebutuhan sehari-hari dan air untuk keperluan sistem pemadam kebakaran. Untuk menentukan kapasitas Ground Reservoir ditentukan dengan menggunakan rumus berikut :

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) + V_f \quad (3.9)$$

Dengan :

$V_R$  : Volume tangki air bawah ( $m^3$ )

$Q_d$  : Jumlah kebutuhan air perhari ( $m^3$ /hari)

$Q_s$  : Kapasitas pipa dinas ( $m^3$ /jam)

T : Rata-rata pemakaian perhari (jam/hari)

$V_f$  : Cadangan air untuk pemadam kebakaran ( $m^3$ )

### 3.2.5 Penentuan Kapasitas Roof Tank

*Roof tank* atau tangki atas merupakan tangki penampung yang menampung air sebelum didistribusikan ke seluruh sistem. Tangki ini digunakan untuk menampung kebutuhan puncak air, biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut yaitu sekitar 30 menit.

Dalam keadaan tertentu kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu dilakukan perhitungan terhadap jumlah air yang dapat dimasukkan

dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas). Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus :

$$V_E = [(Q_p - Q_{m_{max}}) \times T_p] Q_{pu} \times T_{pu} \quad (3.10)$$

Dimana:

$V_E$  = Kapasitas efektif tangki atas (L)

$Q_p$  = Kebutuhan puncak (L/menit)

$Q_{m_{max}}$  = Kebutuhan jam puncak (L/menit)

$Q_{pu}$  = Kapasitas pompa pengisi (L/menit)

$T_p$  = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

$T_{pu}$  = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Pada umumnya, kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar :

$$Q_{pu} = Q_{m_{max}} \quad (3.11)$$

Air yang diambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar  $Q_p$ . Semakin dekat  $Q_{pu}$  dengan  $Q_p$ , maka semakin kecil ukuran tangki atas. Dari rumus di atas dapat dilihat bahwa bila  $Q_{pu} = Q_p$ , maka volume tangki adalah :

$$V_E = Q_{pu} \times T_{pu} \quad (3.12)$$

Ini adalah kapasitas tangki minimum yang masing-masing cukup untuk melayani kebutuhan puncak. Jadi ukuran tangki atas tidak boleh ditentukan sendiri tanpa memperhatikan kapasitas pompa pengisian, demikian pula sebaliknya. Hal ini penting untuk diperhatikan pada saat merancang suatu gedung.

### 3.3. Sistem Plambing Air Limbah

Pada sistem plambing air limbah, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan berupa dimensi pipa air buangan, kemiringan pipa air buangan, kecepatan aliran air buangan, sistem pipa ven dan dimensi pipa ven.

#### 3.3.1 Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah

Didalam penyaluran air buangan, dimensi pipa penting untuk diketahui sebagai alat yang akan menyalurkan air buangan. Tentunya dimensi pipa setiap jenis air buangan berbeda



didasarkan pada besarnya unit alat plumbing dari alat-alat plumbing yang dilayani. Selain itu, perlu diperhatikan hal-hal lain antara lain sebagai berikut :

1. Ukuran minimum pipa cabang mendatar  
Ukuran sekurang-kurangnya sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plumbing.
2. Ukuran minimum pipa tegak  
Ukuran sekurang-kurangnya sama dengan diameter terbesar pipa cabang mendatar yang disambung ke pipa tegak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.4 tabel 3.5, tabel 3.6 dan tabel 3.7, yang disertai dengan beban UAP pada pipa air buangan untuk masing alat plumbing.
3. Pengecilan ukuran pipa  
Pipa tegak maupun pipa cabang mendatar tidak boleh diperkecil diameternya dalam arah aliran air buangan.
4. Pipa bawah tanah  
Pipa air buangan yang ditanam dalam tanah atau dibawah lantai harus mempunyai ukuran sekurang-kurangnya 50 mm.
5. Interval cabang  
Merupakan jarak pada pipa tegak antara dua titik, dimana pipa cabang mendatar disambung pada pipa tegak tersebut. Jarak ini sekurang-kurangnya 2,5 m.

Tabel 3.4 Diameter minimum pipa buangan

Alat plumbing	Ukuran perangkat minimum (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan shower	1½	2.0	2.0	-
Bidet	1½	1.0	-	-
Mesin pencuci pakaian <sup>5</sup>	2	3.0	4.0	3.0
Unit dental	1¼	-	1.0	1.0
Mesin cuci piring rumah tangga <sup>2</sup>	1½	2.0	2.0	2.0
Pancuran air minum	1¼	0.5	0.5	1.0

Alat plambing	Ukuran perangkap minimum (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Penggerus sisa makanan	2	-	3.0	3.0
Lubang pengering lantai (Floor drain), keadaan darurat	2	-	0.0	0.0
Lubang pengering lantai (Floor drain), ukuran tambahan	2	2.0	2.0	2.0
Shower	2	2.0	2.0	2.0
Lavatory, tunggal	1¼	1.0	1.0	1.0
Lavatory, dalam set dua atau tiga	1½	2.0	2.0	2.0
Washfountain	1½	-	2.0	2.0
Receptor, buangan tidak langsung <sup>1,3</sup>	1½	Lihat catatan <sup>1,3</sup>		
Receptor, buangan tidak langsung <sup>1,4</sup>	2	Lihat catatan <sup>1,4</sup>		
Receptor, buangan tidak langsung <sup>1</sup>	3	Lihat catatan <sup>1</sup>		
Sink/Bak				
• Bar	1½	1.0	-	-
• Bar <sup>2</sup>	1½	-	2.0	2.0
• Klinik	3	-	6.0	6.0
• Komersial dengan sampah makanan	1½	-	3.0	3.0
• Bak cuci dapur untuk rumah tangga	1½	2.0	2.0	-
• Laundry	1½	2.0	2.0	2.0
• Pelayanan atau bak pel	2	-	2.0	3.0
• Kran pencuci, setiap set kran	-	-	2.0	2.0
Urinal, perangkap terpadu 3.8 LPF <sup>2</sup>	2	2.0	2.0	5.0
Urinal, perangkap terpadu >3.8 LPF	2	2.0	2.0	6.0

<b>Alat plambing</b>	<b>Ukuran perangkat minimum (inci)</b>	<b>Pribadi (UBAP)</b>	<b>Umum (UBAP)</b>	<b>Tempat berkumpul (UBAP)</b>
Urinal, perangkat exposed <sup>2</sup>	1½	2.0	2.0	5.0
Kloset, Tangki gelontor 6LPF	3	3.0	4.0	6.0
Kloset, Tangki pembilas 6LPF	3	3.0	4.0	6.0
Kloset, katup pembilas 6LPF	3	3.0	4.0	6.0
1. Reseptor air limbah tidak langsung harus didasarkan pada ukuran kapasitas perlengkapan air limbah total yang mengalir 2. Minimum pipa pengering 2 inci (63 mm) 3. Untuk pendingin dan kebutuhan air yang sedikit untuk unit serupa 4. Untuk sink komersial, mesin cuci piring dan kebutuhan air yang banyak lainnya untuk unit serupa. 5. Bangunan yang mempunyai area pencucian pakaian dengan mesin cuci pakaian dengan mesin cuci pakaian dengan tiga tau lebih harus dinilai pada 6 UBAP setiap peralatan untuk ukuran pipa horisontal dan vertikal 6. Kloset harus dihitung sebagai 6 UBAP				

Sumber : SNI 8153-2015

**Tabel 3.5 Unit alat plumbing sebagai beban tiap alat**

<b>No</b>	<b>Alat plambing</b>	<b>Diameter perangkat minimum (mm)</b>	<b>Unit alat plambing sebagai beban</b>
1	Kloset		
	- Tangki gelontor	75	4
	- Katup gelontor	75	8
2	Peturasan		
	- Tipe mepel dinding	40	4
	- Tipe gantung di dinding	40-50	4
	- Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow-out	75	8
	- Untuk umum	50	2
3	Bak cuci tangan (lavatory)	32	1
4	Bak cuci tangan (wash basin)		
	- Ukuran biasa	32	1
	- Ukuran kecil	25	0.5
5	Bak cuci, praktek dokter gigi, salon dan tempat cukur	32	1
6	Pancuran minum	32	0.5

No	Alat plambing	Diameter perangkat minimum (mm)	Unit alat plambing sebagai beban
7	Bak mandi		
	- Berendam	40-50	3
	- Model jepang	40	2
	- Untuk umum	50-75	4-6
8	Pancuran mandi (dalam ruang)	50	2
9	Bidet	32	3
10	Bak cuci, untuk pel	65	3
	- Ukuran besar	75-100	8
11	Bak cuci pakaian	40	2
12	Kombinasi bak cuci biasa dan bak cuci pakaian	50	3
13	Kombinasi bak cuci tangan untuk 2-4	40-50	4
14	Buangan lantai ( <i>floor drain</i> )	40-75	0.5

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

Tabel 3.6 Beban maksimum UAP untuk cabang horizontal dan pipa tegak buangan

Diameter pipa	Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada:											
	Cabang mendatar <sup>1)</sup>			Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat atau untuk 3 interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat					
							Jumlah untuk satu pipa tegak			Jumlah untuk cabang satu tingkat		
	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sup>2)</sup> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sup>2)</sup> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sup>2)</sup> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sup>2)</sup> (NPC)
32	1	100	1	2	100	2	2	100	2	1	100	1
40	3	100	3	4	100	4	8	100	8	2	100	2
50	5	90	6	9	90	10	24	100	24	6	100	6
65	10	80	12	18	90	20	48	90	42	9	100	9
75	14	70	20 <sup>3)</sup>	27	90	30 <sup>3)</sup>	54	90	60 <sup>4)</sup>	14	90	16 <sup>4)</sup>
100	96	60	160	192	80	240	400	80	500	72	80	90
125	216	60	360	432	80	540	880	80	1100	160	80	200
150	372	60	620	768	80	960	1520	80	1900	280	80	350
200	840	60	1400	1760	80	2200	2280	80	3600	480	80	600
250	1500	60	2500	2660	70	3800	3920	70	5600	700	70	1000
300	2340	60	3900	4200	70	6000	5880	70	8400	1050	70	1500
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Catatan :

- 1) Tidak termasuk cabang buangan gedung
- 2) NATIONAL PLUMBING CODE, American Standard, ASA 40.8-1955.
- 3) Tidak lebih dari dua kloset
- 4) Tidak lebih dari tiga kloset

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

**Tabel 3.7 Beban maksimum UAP untuk pipa pembuangan**

Diameter pipa	Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada bagian manapun dari pipa pembuangan gedung											
	Kemiringan pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat											
	1/192 <sup>1)</sup>			1/96 <sup>1)</sup>			1/48 <sup>1)</sup>			1/24 <sup>1)</sup>		
(m)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sub>2</sub> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sub>2</sub> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sub>2</sub> (NPC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing <sub>2</sub> (NPC)
50	-	-	-	-	-	-	21	100	21	26	100	26
65	-	-	-	-	-	-	22	90	24	28	90	31
75	-	-	-	18	90	20 <sup>3)</sup>	23	85	27 <sup>3)</sup>	29	80	36 <sup>3)</sup>
100	-	-	-	104	60	180	130	60	216	150	60	250
125	-	-	-	234	60	390	288	60	480	345	60	575
150	-	-	-	420	60	700	504	60	840	600	60	1000
200	840	60	1400	960	60	1600	1152	60	1920	1380	60	2300
250	1500	60	2500	1740	60	2900	2100	60	3500	2520	60	4200
300	2340	60	3900	2760	60	4600	3360	60	5600	4020	60	6700
Catatan :												
1) Angka-angka ini dikonversikan dari standar NPC, oleh karena dalam standar NPC digunakan kemiringan 1/16, 1/8, ¼, dan ½ inci dalam arah tegak untuk setiap kaki arah horizontal												
2) NATIONAL PLUMBING CODE, American Standard, ASA 40.8-1955.												
3) Tidak lebih dari dua kloset												

Sumber : Noerbambang dan Morimura, 2000

### 3.3.2 Kemiringan Pipa dan Kecepatan Aliran

Karakteristik air buangan sangat berbeda dengan karakteristik air bersih. Hal ini dapat dilihat dari kandungan partikel padatan pada air buangan. Oleh karena itu, atas dasar perbedaan karakteristiknya, desain pipa untuk air bersih dan air buangan menjadi berbeda. Air buangan membutuhkan kecepatan aliran yang tinggi serta kemiringan pada pipa yang sesuai agar dapat mengalir dan tidak tersumbat. Selain itu pipa pada air buangan tidak terisi penuh oleh air buangan, melainkan hanya 2/3 penampang pipa, sehingga bagian atas pipa yang kosong terisi oleh udara. Tabel kemiringan pipa dapat dilihat pada tabel 3.8.

**Tabel 3.8 Kemiringan untuk pipa buangan arah mendatar**

Diameter pipa (inch)	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Besarnya slope minimum (inci per feet)	¼	¼	¼	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8

Sumber : "Plumbing" 3<sup>rd</sup> edition, Harold Babbitt.

Kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu per diameter pipanya (dalam mm). Kecepatan terbaik dalam pipa berkisar antara 0,6 sampai 1,2 m/detik. Kemiringan pipa pembuangan gedung dan riol gedung dapat dibuat lebih landai dari pada 1/50 untuk diameter 75 mm atau kurang dari 1/100 untuk 100 mm atau kurang, asal kecepatan berada pada ijin.

### 3.3.3 Sistem Ven dan Penentuan Ukuran Pipa

Pipa ven merupakan bagian penting dari sistem pembuangan air dalam gedung. Tujuan pemasangan pipa ven antara lain untuk menjaga sekat perangkat dari efek siphon atau tekanan, mempertahankan stabilitas aliran sistem pengaliran, dan sirkulasi udara dalam pipa. Menurut Noerbambang dan Morimura (2005) besar kecilnya ukuran pipa ven selain ditentukan oleh banyaknya unit alat plambing dan juga diameter pipa tegak air buangan yang dihubungkan. Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa ven adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sistem ven yang digunakan pada ruang saniter dan memberi nama jalur pada setiap sistem agar penentuan dimensi pipa lebih mudah dilakukan.
2. Menentukan jenis Unit Alat Plambing (UAP) yang terdapat pada tiap-tiap jalur yang telah ditentukan.
3. Menentukan kumulatif dari masing – masing UAP tersebut.
4. Menentukan diameter air buangan pada jalur dimana pipa ven dipasang, penentuan diameter berdasarkan diameter pipa air buangan yang telah dihitung.
5. Menentukan panjang pipa yang terdapat pada setiap jalur yang telah ditentukan.
6. Konversi diameter pipa dalam satuan inci sesuai dengan yang terdapat di pasaran

Tabel 3.9 Ukuran dan panjang pipa ven tegak

Ukuran pipa tegak air buangan (mm)	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)								
		32	40	50	65	75	100	125	150	200
		Panjang maksimum pipa ven (m)								
32	2	9								
40	8	15	45							
40	10	9	30							
50	12	9	22,5	60						
50	20	7,8	15	45						
65	42	-	9	30	90					
75	10	-	9	30	60	180				

75	30	-	-	18	60	150				
75	60	-	-	15	24	120				
100	100	-	-	10,5	30	78	300			
100	200	-	-	9	27	75	270			
100	500	-	-	6	21	54	210			
125	200	-	-	-	10,5	24	105	300		
125	500	-	-	-	9	21	90	270		
125	1100	-	-	-	6	15	60	210		
150	350	-	-	-	7,5	15	60	120	390	
150	620	-	-	-	4,5	9	37,5	90	330	
150	960	-	-	-	-	7,2	30	75	300	
150	1900	-	-	-	-	6	21	60	210	
200	600	-	-	-	-	-	15	45	150	390
200	1400	-	-	-	-	-	12	30	120	360
200	2200	-	-	-	-	-	9	24	105	330
200	3600	-	-	-	-	-	7,5	18	75	240
250	1000	-	-	-	-	-	-	22,5	37,5	300
250	2500	-	-	-	-	-	-	15	30	150
250	3800	-	-	-	-	-	-	9	24	105
250	5600	-	-	-	-	-	-	7,5	18	75

Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2000

Tabel 3.10 Ukuran pipa cabang horizontal ven dengan lup

Nomor Jalur	Ukuran pipa air buangan (mm)	Unit alat plambing (angka maksimum)	Diameter ven lup (mm)					
			40	50	65	75	100	125
			Panjang maksimum horisontal (m)					
1	40	10	6					
2	50	12	4,5	12				
3	50	20	3	9				
4	75	10	-	6	12	30		
5	75	30	-	-	12	30		
6	75	60	-	-	48	24		
7	100	100	-	2,1	6	15,6	60	
8	100	100	-	1,8	5,4	15	54	
9	100	500	-	-	4,2	10,8	42	
10	125	200	-	-	-	4,8	21	60
11	125	1100	-	-	-	3	12	42

Sumber: Noerbambang, Soufyan & Morimura, Takeo, 2000

### 3.4. Pompa

Pompa pada sistem plambing merupakan alat penyediaan air bersih, yang berfungsi untuk memindahkan air dari *ground reservoir* ke *roof tank* dengan menggunakan prinsip penambahan tekanan melalui pemindahan energi. Pemindahan energi pada pompa berdasarkan pada tekanan kerja yang diberikan pompa kepada zat cair yang akan dipindahkan. Pemindahan tersebut berdasarkan tekanan kerja yang diberikan oleh pompa tersebut pada zat cair yang dipindahkan. Tekanan kerja yang diberikan oleh pompa akan digunakan untuk :

- a. Mengatasi kerugian pada pompa dan sistemnya
- b. Mengatasi tekanan atmosfer
- c. Mengatasi tekanan kerja pada tempat yang akan dituju zat cair tersebut.

Tekanan pompa sangat bergantung kepada *head* yang dibutuhkan pada kondisi lapangan. Kebutuhan head yang paling berpengaruh diantaranya *head statis* sebagai beda tinggi antar permukaan air, *head friction* sebagai kehilangan tekanan selama pengaliran air, dan *head sisa tekan* sebagai cadangan tekanan minimum yang rencanakan. Berdasarkan rumus Bernaulli untuk menghitung head pompa dapat di lihat di Persamaan 3.13.

$$H_p = H_s + H_{f_{total}} + H_{Sisa} \quad (3.13)$$

dimana:

$H_p$	= Tekanan total pompa (m)
$H_s$	= Tekanan statis (m)
$H_{f_{total}}$	= Kehilangan tekanan pada pipa (m)
$H_{Sisa}$	= Sisa tekan (m)

### 3.5. Sistem Fire Hydrant

Hydrant adalah suatu sistem penanggulangan kebakaran yang efektif dengan menggunakan media air. Hydrant dibagi menjadi 2 yaitu hydrant halaman (pilar) dan hydrant gedung (box). Dalam mengevaluasi perencanaan instalasi pemadam dengan sistem hydrant kebakaran diperlukan perhitungan kebutuhan air pemadam, kehilangan tekanan, jenis dan spesifikasi pipa kebakaran, debit dan head pompa yang digunakan.

#### 3.5.1 Penentuan Kebutuhan Air Hydrant

##### A. Hydrant Halaman

Hydrant halaman atau biasa disebut dengan hydrant pilar, adalah suatu sistem pencegah kebakaran yang membutuhkan pasokan air dan dipasang di luar bangunan. Hydrant ini biasanya digunakan oleh mobil PMK untuk mengambil air jika kekurangan dalam tangki mobil. Jadi hydrant pilar ini diletakkan di sepanjang jalan akses mobil PMK.

Untuk menentukan kebutuhan pasokan air kebakaran menggunakan perhitungan SNI 03-1735-2000. Pasokan air untuk hydrant halaman harus sekurang-kurangnya 800 liter/menit, serta



mampu mengalirkan air minimal selama 30 menit. Jumlah pasokan air untuk hydrant halaman yang dibutuhkan ditunjukkan pada rumus berikut:

$$V = Q \times t \times n \quad (3.14)$$

dimana :

V = Volume air yang dibutuhkan hydrant (liter)

Q = Debit aliran untuk alat pemadam (liter/menit)

t = Waktu pasokan air simpanan (menit)

n = Jumlah alat pemadam

#### B. Hydrant Gedung

Hydrant gedung atau biasa disebut dengan hydrant box adalah suatu sistem pencegah kebakaran yang menggunakan pasokan air dan dipasang di dalam bangunan atau gedung. Hydrant box biasanya dipasang menempel di dinding dan menggunakan pipa tegak untuk menghubungkan dengan pipa dalam tanah khusus kebakaran. Pasokan air untuk hydrant gedung harus sekurang-kurangnya 400 liter/menit, serta mampu mengalirkan air minimal selama 15 menit.

### 3.5.2 Penentuan Peletakan Hydrant

#### A. Hydrant Halaman

- Tiap bagian dari jalur akses mobil pemadam di lahan bangunan harus dalam jarak bebas hambatan 50 m dari hydrant kota. Bila hydrant kota yang memenuhi persyaratan tersebut tidak tersedia, maka harus disediakan hydrant halaman.
- Dalam situasi di mana diperlukan lebih dari satu hydrant halaman, maka hydrant-hydrant tersebut harus diletakkan sepanjang jalur akses mobil pemadam.
- Hydrant halaman ditempatkan di luar bangunan pada lokasi yang aman dari api dan penyaluran pasokan air ke dalam bangunan dilakukan melalui katup siamese.

#### B. Hydrant Gedung

- Lokasi dan jumlah hydrant bangunan (kotak Hydrant/box hydrant) diperlukan untuk menentukan kapasitas pompa yang digunakan untuk menyemprot air.

- Hydrant ditempatkan pada jarak 35-38 meter satu dengan lainnya, karena panjang satu dengan lainnya. Selang kebakaran dalam kotak hydrant adalah 30 meter, ditambah sekitar 5 meter jarak semprotan air.
- Pada atap bangunan yang tingginya lebih dari 8 lantai, perlu juga disediakan hydrant untuk mencegah menjalarnya api ke bangunan yang bersebelahan.
- Hydrant/selang kebakaran harus diletakkan di tempat yang mudah dijangkau dan relatif aman, dan pada umumnya diletakkan di dekat pintu darurat.

### 3.6. Sistem Perpipaan Air Hujan

Pada perencanaan sistem perpipaan air hujan, maka data yang harus ada adalah intensitas hujan sebuah wilayah, kemudian dilakukan penentuan dimensi perpipaan tersebut dengan menggunakan SNI 8153-2015.

#### 3.6.1 Intensitas Hujan

Nilai rata-rata hujan maksimum harian digunakan dalam menentukan intensitas hujan yang jatuh ke permukaan atap. Intensitas hujan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan monobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (3.15)$$

$$T_c = 0.0195 \times \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \quad (3.16)$$

Dimana:

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$R_{24}$  = Curah hujan harian maksimum 24 jam (mm)

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$L$  = Panjang saluran (m)

$S$  = Kemiringan rerata saluran

(Nazharia dan Maryati, 2014)

### 3.6.2 Penentuan Perpipaan Air Hujan

Ukuran saluran pembuangan air hujan gedung dan setiap pipa cabang datarnya (talang) dengan kemiringan 4% atau lebih kecil menurut SNI 8153-2015 tercantum pada tabel 3.11 dan 3.12.

Tabel 3.11 Ukuran saluran talang air hujan

Ukuran Saluran	Debit (Kemiringan 4%)	Luas bidang datar horizontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m <sup>2</sup> )					
		25.4	50.8	76.2	101.6	127	162.4
Inci	L/dt	mm/jam					
3	4.1	611	305	204	153	122	102
4	9.4	1397	699	465	349	280	232
5	16.7	2482	1241	827	621	494	413
6	26.7	3976	1988	1325	994	797	663
8	57.4	8547	4273	2847	2137	1709	1423
10	103.3	15384	7692	5128	3846	3080	2564
12	166.1	24749	12374	8250	6187	4942	4125
15	296.8	44220	22110	14743	11055	8844	7367

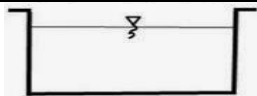
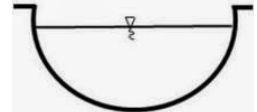
Catatan:

1. Data pengukuran untuk perpipaan horizontal berdasarkan pada pengaliran penuh saluran
2. Untuk nilai curah hujan selain dari catatan tersebut, maka untuk menentukan area atap yang diijinkan dengan membagi daerah tertentu dalam kolom (25.4 mm/jam) dengan tingkat curah hujan yang diinginkan.

Sumber: SNI 8153-2015

Bentuk dari saluran talang air hujan juga bermacam-macam, bentuk dan fungsinya dapat dilihat pada tabel 3.12.

Tabel 3.12 Bentuk saluran talang air hujan

No	Bentuk Saluran	Fungsi
1		Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar.
2		Menyalurkan limpasan air hujan untuk debit yang kecil.

Tabel 3.13 Ukuran pipa utama dan perpipaan tegak air hujan

Ukuran pipa	Debit	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m <sup>2</sup> )											
Inci	L/dt <sup>1</sup>	25.4	50.8	76.2	101.6	127	162.4	178	203	229	254	279	305
		mm/jam											
2	1.8	268	134	89	67	53	45	38	33	30	27	24	22
3	5.52	818	409	272	204	164	137	117	102	91	82	74	68
4	11.52	1709	855	569	427	342	285	244	214	190	171	156	142
5	21.60	3214	1607	1071	804	643	536	459	402	357	321	292	268
6	33.78	5017	2508	1672	1254	1003	836	717	627	557	502	456	418
8	72.48	10776	5388	3592	2694	2155	1794	1539	1347	1197	1078	980	892
Catatan :													
1. Kapasitas aliran maksimum pengaliran (L/dt) dengan perkiraan 44 mm tinggi air dalam saluran													
2. Untuk nilai curah hujan selain tercatat tersebut, jumlah luas atap yang tersedia dibagi dengan area yang diberikan dalam kolom 25.4 mm/jam dengan tingkat curah hujan yang diinginkan.													

Sumber: SNI 8153-2015

### 3.7. Sistem Pengolahan Air Limbah

Tinjauan pustaka dari sistem pengolahan air limbah dimulai dari menghitung debit air limbah, karakteristik air limbah, instalasi pengolahan seperti tangki septik, *grease trap* dan *anaerobic baffle reactor* (ABR).

#### 3.7.1 Debit Air Limbah Domestik

Debit air limbah diperkirakan sebanyak 60%-80% dari penggunaan air bersih (Metcalf dan Eddy, 2014). Air limbah terdiri dari *grey water* dan *black water*. *Grey water* adalah air limbah domestik yang pengalirannya tidak melalui toilet, namun dihasilkan dari kegiatan mandi, mencuci piring dan pakaian. Sedangkan *black water* merupakan jenis air limbah domestik yang berupa kotoran manusia (Septiana dkk, 2013). Pada tabel 3.14 ditunjukkan persentase debit *grey water* dan *black water* pada air limbah domestik.

Tabel 3.14 Persentase debit *grey water* dan *black water*

Sumber	Debit Black Water	Debit Grey Water
Hansen dan Kjellerup, 1994	25%	75%
Naoko, 2005	30%	70%
Kurniadie, 2008	25%	75%
Pathan et al, 2011	40%	60%
Mohamed et al, 2014	20%	80%

Debit penggunaan air bersih berfluktuasi pada setiap jam, sehingga debit air limbah yang dihasilkan juga mengalami fluktuasi. Debit puncak air limbah dapat dihitung menggunakan persamaan 3.17.

$$Q_{\text{peak}} = Q_{\text{ave}} \times f_p \quad (3.17)$$

Dimana:

- $Q_{\text{peak}}$  = Debit puncak air limbah (Liter/detik)
- $Q_{\text{ave}}$  = Debit rata-rata air limbah (Liter/detik)
- $f_p$  = Faktor puncak

Faktor puncak dapat dihitung menggunakan persamaan 3.18 (Frayer dan Geyer, 1954)

$$f_p = \frac{18 + P^{0.5}}{4 + P^{0.5}} \quad (3.18)$$

Dimana:

$f_p$  = Faktor puncak

P = Jumlah penduduk (orang)

### 3.7.2 Karakteristik Air Limbah Domestik

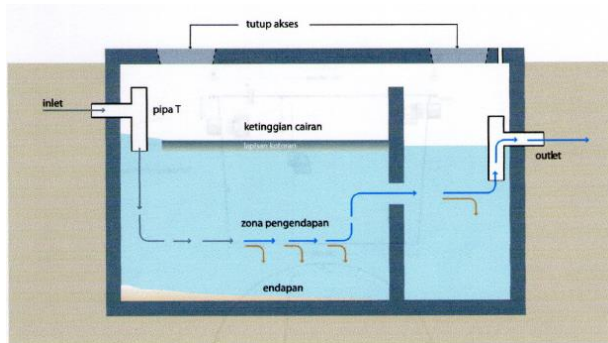
Menurut Tchobanoglous (1979) air limbah domestik terdiri dari karakteristik fisik, kimia dan biologi, meliputi:

- Fisik : Kekeruhan dan TSS (*Total Suspended Solid*)
- Kimia : DO (Dissolved Oxygen), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*)
- Biologi : Coliform

*Grey water* mengandung beberapa parameter, yaitu minyak dan lemak, deterjen, bakteri, bahan organik dan padatan tersuspensi (Handayani, 2013). *Grey water* juga mengandung nitrogen, fosfat dan potasium. *Grey water* mengandung bakteri patogen, namun jumlahnya lebih sedikit apabila dibandingkan dengan *black water*.

### 3.7.3 Tangki Septik

Berdasarkan SNI 03-2398-2002, tangki septik adalah ruangan kedap air dengan beberapa kompartemen yang mempunyai kecepatan aliran yang lambat dan memungkinkan terjadi proses pengolahan air limbah rumah tangga. Tangki septik dapat berbentuk bulat ataupun persegi panjang. Bentuk bulat hanya untuk pelayanan 1 hingga 2 KK, sedangkan persegi panjang untuk pelayanan >3 KK. Jarak minimum antara sumber air dengan tangki septik adalah 10 meter, sedangkan dengan pipa air bersih adalah 3 m. Contoh bangunan tangki septik dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Tangki Septik

Sumber : SNI 03-2398-2002

Berdasarkan SNI 03-2398-2002, pipa aliran masuk dan keluar pada tangki septik berupa T atau sekat yang diletakkan 5-10 cm lebih rendah dari pipa aliran masuk. Tangki septik juga harus dilengkapi dengan pipa udara (pipa ven) berdiameter 50 mm, lubang pemeriksaan (*manhole*) berbentuk persegi atau lingkaran dengan sisi atau diameter 0.4 meter.

Perhitungan volume lumpur terproduksi pada tangki septik

$$V_{\text{Lumpur}} = P \times N \times S \quad (3.19)$$

Dimana :

$V_{\text{Lumpur}}$  = Volume lumpur (Liter)

P = Jumlah penduduk terlayani (orang)

N = Waktu pengurusan (tahun)

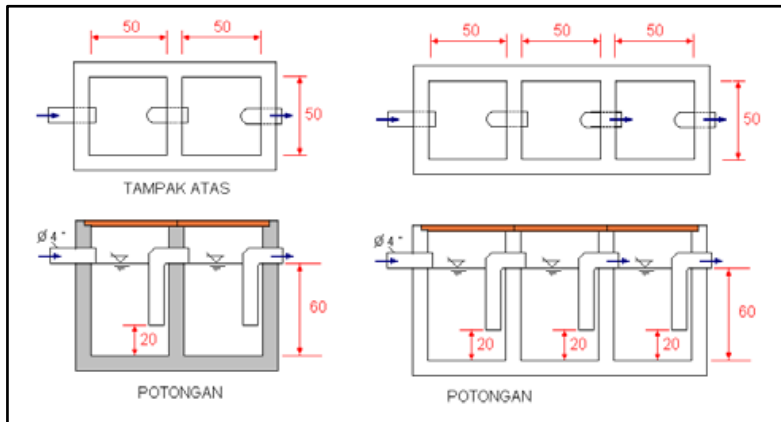
S = Jumlah produksi lumpur per tahun (L/org.tahun)

### 3.7.4 Unit Grease Trap

Minyak dan lemak merupakan polutan organik yang sering ditemukan pada badan air. Minyak dan lemak dapat diolah dengan menggunakan grease trap. Grease trap diletakkan pada awal pengolahan (Priyanka, 2012). Hal ini dikarenakan kandungan minyak dan lemak yang tinggi pada proses pengolahan air limbah

dapat menghambat transfer oksigen pada bak aerasi (Kementrian Kesehatan RI, 2011).

Waktu detensi pada grease trap yaitu 30 menit. Pada gambar 3.5 ditunjukkan gambar unit grase trap. Efisiensi grease trap dapat mencapai 95% (Wongthanate et al, 2014)



Gambar 3.5 Unit Grase trap

Sumber : Kementrian Kesehatan RI, 2011

### 3.7.5 Instalasi Anaerobic Baffle Reactor

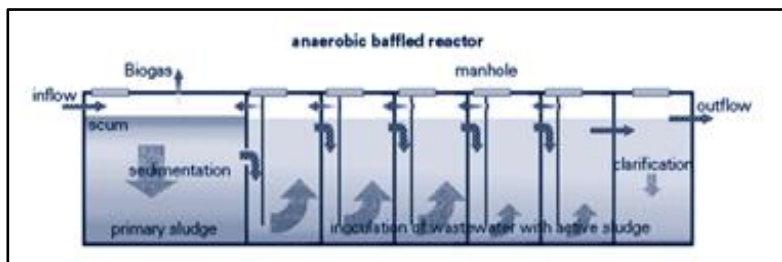
Anaerobic Baffle Reactor merupakan reaktor anaerobik yang terdiri dari beberapa kompartemen berukuran sama. Kompartemen pada ABR dipisahkan oleh sekat secara berselang-seling yang berfungsi untuk memaksa cairan mengalir ke atas dan ke bawah. Hal ini dapat meningkatkan kontak antara air limbah dengan mikroorganisme (Hudson, 2010). Pada gambar 3.6 ditunjukkan contoh unit ABR.

Kelebihan ABBR apabila dibandingkan dengan jenis reaktor lainnya adalah:

- Efisiensi pengolahan tinggi
- Lahan yang dibutuhkan sedikit
- Biaya pembangunan kecil



- Biaya pengoperasian dan perawatan murah dan mudah
- Pembangunan dan perbaikan dapat menggunakan material lokal



Gambar 3.6 Unit Anaerobic Baffle Reactor

Sumber : Sasse, 2009

Kriteria design dari ABR Dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15 Kriteria Design ABR

No	Parameter	Nilai
1	Panjang <i>baffle</i>	50 - 60% dari ketinggian
2	<i>Upflow velocity</i>	< 2 m/jam
3	Removal BOD	70 - 95%
4	Removal COD	65 - 90%
5	Organic Loading	< 3 kg COD/m <sup>3</sup> .hari
6	HRT	>8 jam (Sasse, 2009)
7	SRT	>30 hari

Sumber : Sasse, 2009

### **3.8. Sistem Pengelolaan Sampah**

#### **3.8.1 Pewadahan Sampah**

Pewadahan merupakan penampungan sampah secara sementara yang dihasilkan di sumber sampah baik individual ataupun komunal. Dengan adanya pewadahan yang baik, maka:

- Bau akibat pembusukan sampah yang juga menarik datangnya lalat dapat diatasi.
- Air hujan yang berpotensi menambah kadar air pada sampah dapat diatasi
- Pencampuran sampah yang tidak sejenis dapat dihindari
- Memudahkan proses pengumpulan sampah dan tidak membahayakan petugas pengumpul sampah.

Dalam merencanakan pewadahan harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut: (Pandebesie, 2005):

- a. Persyaratan bahan pewadahan adalah sebagai berikut:
  - Tidak mudah rusak dan kedap air
  - Mudah untuk dipakai dan ekonomis
  - Mudah dan cepat dikosongkan
- b. Ukuran volume pewadahan ditentukan berdasarkan:
  - Jumlah penghuni
  - Tingkat kehidupan masyarakat
  - Frekuensi pengambilan/pengumpulan sampah
  - Cara pengambilan sampah (manual/mekanik)
  - Sistem pelayanan (individual/komunal)
- c. Penempatan pewadahan secara individual
  - Di halaman depan rumah
  - Mudah diambil
- d. Penempatan pewadahan secara komunal:
  - Tidak mengambil lahan trotoar
  - Tidak dipinggir jalan raya
  - Dekat dengan sumber sampah
  - Tidak mengganggu pemakai jalan dan sarana umum

- Ditepi jalan besar, pada suatu lokasi yang mudah pengoperasiannya.

Menurut Pandebesie (2005), berdasarkan mekanisme penggunaannya, pewadahan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Tetap

Model ini disarankan tidak digunakan lagi karena menghambat kecepatan operasional, sulit dikontrol tingkat kebersihannya dan dari segi estetika kurang baik.

Contoh : Bak sampah dari pasangan batu bata

b. Semi Tetap

Model ini sering dimanfaatkan untuk menghindari gangguan binatang, bentuk ini masih dianggap lebih baik dari bentuk tetap, tetapi pada umumnya mengalami kesulitan dalam perawatannya.

Contoh : Tong sampah yang menggunakan tiang penyangga terbuat dari besi, plastik, kayu, dll

c. Tidak Tetap

Model ini sangat fleksibel, tetapi didalam penerapannya harus memperhatikan kondisi sosial budaya dan dampaknya terhadap lingkungan.

Contoh : Kantong plastik, bin, keranjang, dll

### 3.8.2 Pengumpulan Sampah

Pengumpulan sampah adalah suatu proses penanganan sampah dengan cara pengumpulan dari tiap-tiap sumber sampah untuk diangkut ke tempat pembuangan sementara (TPS) atau ke pengolahan sampah skala kawasan atau langsung ke tempat pembuangan akhir tanpa melalui proses pemindahan. Istilah-istilah dalam pengumpulan sampah meliputi:

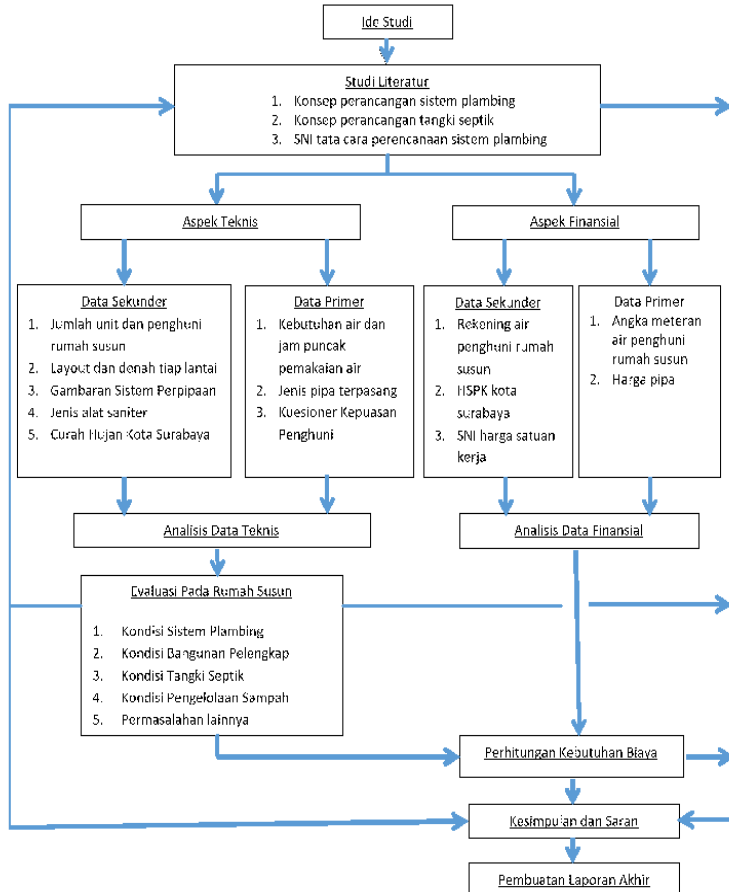
- a. Mengumpulkan (*gathering*) atau mengambil (*pick up*) sampah dari berbagai macam sumber

- b. Mengangkut (*handling*) sampah-sampah ke lokasi dimana isi dari alat pengumpulan dikosongkan.
- c. Membongkar muatan (*unloading*) alat pengumpul.

Fungsi dari pengumpulan sampah adalah semua fasilitas dan peralatan yang digunakan untuk pengumpulan. Sampah dari masing-masing penghasil sampah dan pemindahannya ke tempat pembuangan sementara atau akhir. Kegiatan *handling* atau *unloading* adalah serupa untuk kebanyakan sistem akan bervariasi dengan karakteristik fasilitas, kegiatan, lokasi dimana sampah dihasilkan, jalan serta peralatan yang digunakan pada tempat penampungan sampah.

## BAB 4 METODE PELAKSANAAN

### 4.1. Kerangka Pelaksanaan



Gambar 4.1 Diagram Kerangka Perencanaan

#### 4.2. Uraian Tahapan Kegiatan

Rangkaian kegiatan perancangan yang terdapat dalam kerangka perancangan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Ide studi

Ide penyusunan tugas akhir ini adalah mengevaluasi sistem plambing, instalasi pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah pada rumah susun Gunungsari Kota Surabaya.

2. Studi literatur

Studi literatur merupakan tinjauan pustaka sebagai kegiatan mengumpulkan informasi yang berguna, memahami konsep dan mendapatkan data penunjang untuk kegiatan evaluasi yang berasal dari literatur. Tinjauan pustaka yang dikaji meliputi konsep perencanaan sistem plambing, perpipaan air bersih, perpipaan air buangan, *fire hydrant*, bangunan pelengkap seperti *ground reservoir* dan *roof tank* serta pompa. Lalu instalasi pengolahan air limbah berupa tangki septik dan *Anaerobic Baffle Reactor* dan sistem pengelolaan sampah yang baik dan benar.

3. Pengumpulan data

Data yang di gunakan untuk evaluasi pada rumah susun Gunungsari Kota Surabaya antara lain:

a. Data Sekunder

Data sekunder yang di perlukan dalam kegiatan evaluasi, antara lain:

- Data jumlah penghuni rumah susun yang diperoleh dari UPT Pengelola rumah susun, digunakan untuk mengetahui konsumsi air yang digunakan.
- Data layout dan denah tiap lantai yang diperoleh dari *as build drawing* rumah susun, digunakan untuk mengetahui tata letak.
- Data gambar sistem perpipaan yang diperoleh dari *as build drawing* rumah susun, digunakan untuk mengevaluasi sistem perpipaan eksisting.

- Data jenis alat saniter yang diperoleh dari *as build drawing* rumah susun digunakan untuk menghitung beban alat plambing.
  - Curah hujan Kota Surabaya yang diperoleh dari BMKG Kota Surabaya, digunakan untuk mengetahui intensitas hujan yang turun.
- b. Data Primer
- Data primer yang diperlukan dalam kegiatan evaluasi, antara lain:
- Kebutuhan air penghuni rumah susun, dengan cara menghitung dari rekening pembayaran air penghuni. Sedangkan jam puncak untuk menganalisis kebutuhan *reservoir* dan *roof tank*, didapatkan dengan cara mencatat volume *ground reservoir* selama 24 jam.
  - Jenis pipa terpasang untuk menganalisis kesesuaian kebutuhan pipa dengan pipa yang telah terpasang, didapatkan dengan mencocokkan hasil survei pada lokasi dengan gambar *as build drawing*.
  - Kuesioner kepuasan penghuni sebagai dasar evaluasi yang diperlukan pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, didapatkan dengan melakukan survei langsung kepada penghuni dengan sebuah kuesioner.

#### 4. Analisis data

Data primer dan sekunder yang terkumpul digunakan dalam perhitungan dan analisis keadaan eksisting sebagai dasar dari evaluasi, baik dari segi aspek teknis maupun dari segi aspek finansial

- Jumlah unit dan penghuni rumah susun digunakan untuk memprakirakan jumlah kebutuhan air yang digunakan.
- Layout dan denah tiap lantai diperlukan untuk menganalisis kebutuhan panjang pipa-pipa yang dibutuhkan.

- Gambaran sistem perpipaan untuk memudahkan analisis tata letak pipa air bersih, air buangan serta fire hydrant.
  - Jenis alat saniter digunakan untuk menentukan alat beban plambing dari tiap alat saniter
  - Curah hujan Kota Surabaya digunakan untuk menentukan perhitungan dimensi dari pipa buangan air hujan.
5. Evaluasi pada rumah susun
- Evaluasi pada rumah susun yang dilakukan meliputi:
- Kondisi sistem plambing dengan mengacu pada konsep perencanaan sistem plambing yang digunakan di Indonesia, yaitu SNI 8153-2015 tentang tata cara perencanaan sistem plambing bangunan.
  - Kondisi bangunan pelengkap seperti *ground reservoir* dan *roof tank* sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.
  - Kondisi instalasi pengolahan air limbah yang berupa tangki septik dengan mengacu pada konsep perencanaan tangki septik yaitu SNI 03-2398-2002 dan konsep perencanaan *Anaerobic Baffle Reactor*.
  - Kondisi pengelolaan sampah pada tahap pewadahan dan waktu pengangkutan sampah.
6. Perhitungan Kebutuhan Biaya
- Perhitungan kebutuhan biaya digunakan dalam menganalisis dalam segi finansial pada evaluasi (BOQ dan RAB) maupun dalam operasi, pemeliharaan dan investasi sistem plambing rumah susun. BOQ dan RAB mengacu pada SNI harga satuan kerja dan harga satuan pokok kerja (HSPK) Kota Surabaya.
7. Kesimpulan dan saran
- Kesimpulan dibuat setelah melakukan semua proses evaluasi dan kesimpulan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kalimat singkat, padat, dan jelas yang dapat memberikan gambaran yang jelas terhadap evaluasi. Saran yang dibuat dalam evaluasi ini bertujuan untuk memberikan masukan pada permasalahan yang terjadi pada rumah susun Gunungsari.



## **BAB 5**

### **PEMBAHASAN DAN HASIL**

#### **5.1. Survei Kepuasan dan Penggunaan Air**

Survei yang dilakukan berupa penyebaran kuisioner yang diberikan kepada penghuni Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya serta melakukan observasi pola penggunaan air.

##### **5.1.1 Hasil Survei Kepuasan Penghuni**

Hal pertama sebelum melakukan survei menggunakan kuisioner adalah menentukan jumlah sampel. Jumlah sampel dapat dilakukan dengan cara perhitungan statistik dengan menggunakan rumus Slovin. Rumus Slovin digunakan untuk menentukan ukuran sampel dari populasi yang telah diketahui jumlahnya. Rumus Slovin adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{N(e)^2 + 1}$$

Dimana :

n = Jumlah sampel

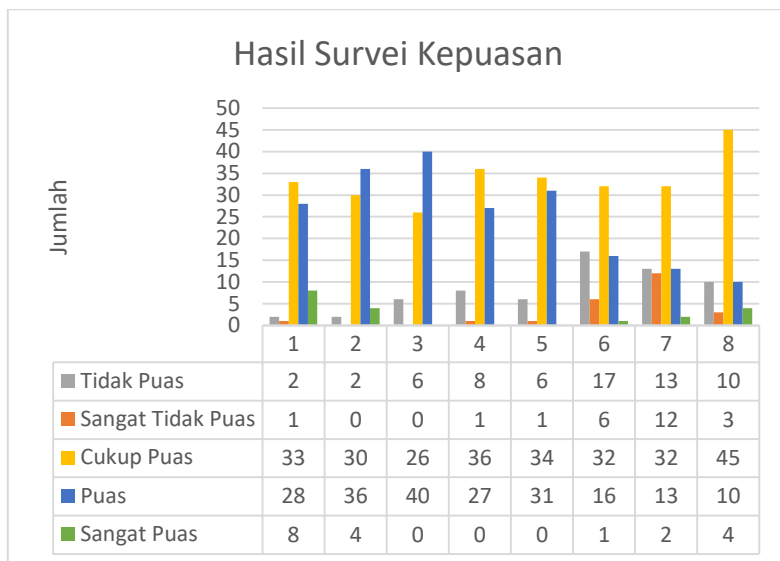
N = Jumlah populasi

e = batas toleransi kesalahan

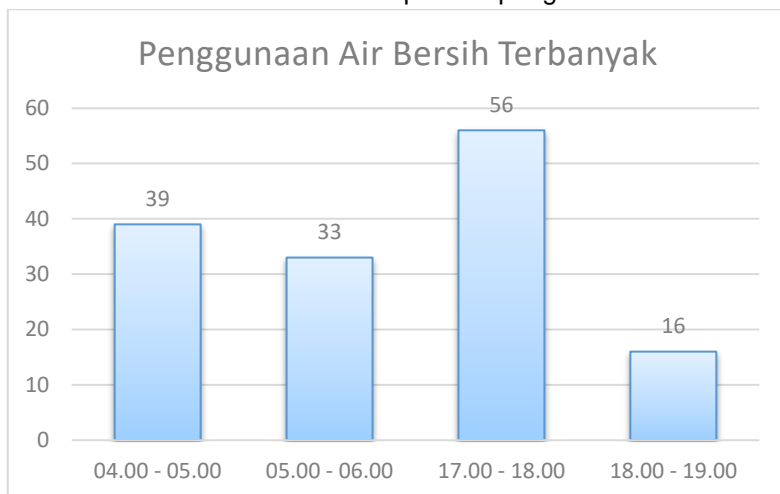
maka, jumlah sampel yang harus disurvei dengan batas toleransi kesalahan sebesar 10% adalah

$$\begin{aligned} n &= \frac{268}{268(0.1)^2 + 1} \\ &= 72 \text{ orang} \end{aligned}$$

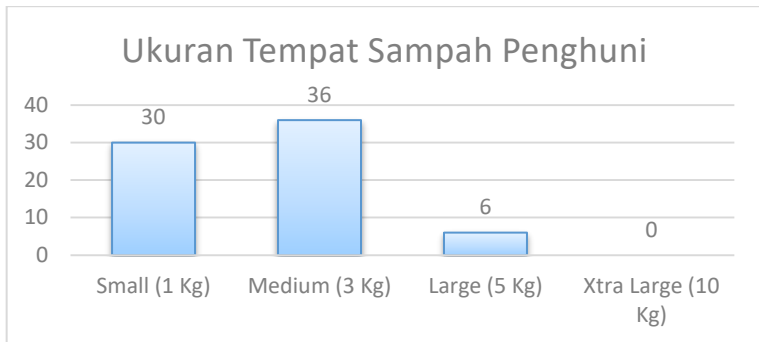
Dari 72 orang tersebut, dilakukan survei dengan penghuni lantai 1 sebanyak 6 unit dari 28 unit dan lantai 2-5 sebanyak 16 dari 60 unit tiap lantainya. Kuisioner dapat dilihat pada lampiran A. Sedangkan hasil survei kepuasan dapat dilihat pada grafik 5.1 hingga 5.5



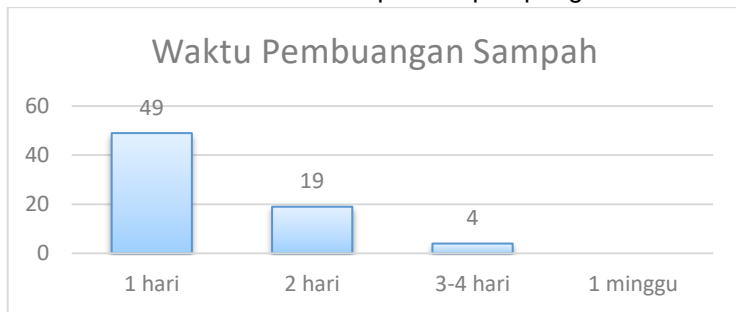
**Grafik 5.1 Hasil kepuasan penghuni**



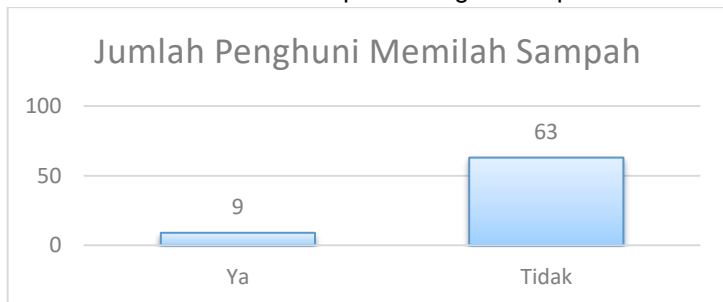
**Grafik 5.2 Waktu penggunaan air terbanyak (jam)**



Grafik 5.3 Ukuran tempat sampah penghuni



Grafik 5.4 Waktu pembuangan sampah



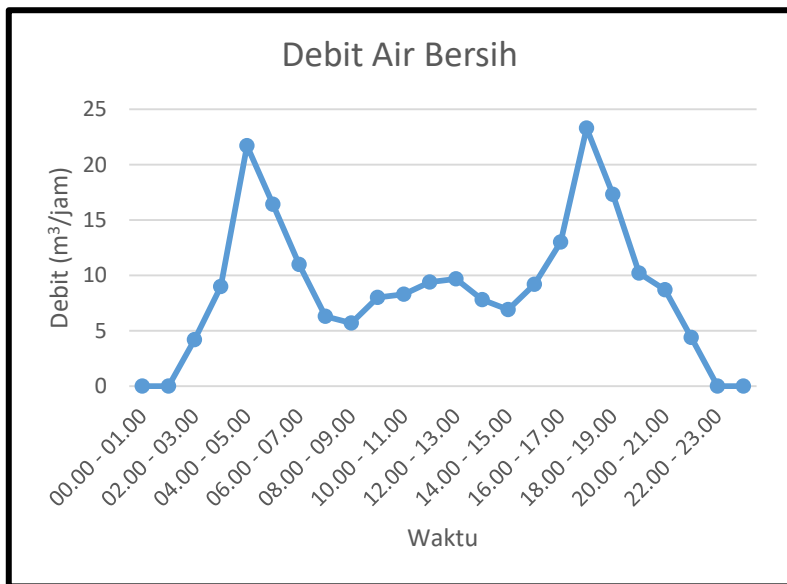
Grafik 5.5 Jumlah penghuni memilah sampah

Dari grafik 5.1 tersebut dapat dilihat bahwa banyak penghuni yang merasa cukup puas terhadap utilitas yang ada pada Rumah Susun Gunungsari, hanya beberapa orang saja yang

merasakan sangat puas. Sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut agar penghuni yang berada di Rumah Susun Gunungsari merasakan sangat puas terhadap utilitas yang ada, utilitas seperti perpipaan air bersih, air buangan, *fire hydrant*, pengolahan air limbah dan pengelolaan sampah.

### 5.1.2 Pola Penggunaan Air

Berdasarkan pengamatan meteran air induk, penghuni Rumah Susun Gunungsari lebih banyak menggunakan air waktu pagi hari pada pukul 04.00-05.00, sedangkan waktu sore hari pada pukul 17.00-18.00 yang dapat dilihat pada grafik 5.6 dan tabel 5.1. Data tersebut didukung dengan hasil survei menggunakan kuisisioner yang terdapat pada grafik 5.2.



Grafik 5.6 Pola pemakaian air tiap jam

Tabel 5.1 Pola pemakaian air tiap jam

Jam	Meter air (m <sup>3</sup> )	Q air bersih (m <sup>3</sup> /jam)
00.00 - 01.00	44213.5	0.0
01.00 - 02.00	44213.5	0.0
02.00 - 03.00	44217.7	4.2
03.00 - 04.00	44226.7	9.0
04.00 - 05.00	44248.4	21.7
05.00 - 06.00	44264.8	16.4
06.00 - 07.00	44275.8	11.0
07.00 - 08.00	44282.1	6.3
08.00 - 09.00	44287.8	5.7
09.00 - 10.00	44295.8	8.0
10.00 - 11.00	44304.1	8.3
11.00 - 12.00	44313.5	9.4
12.00 - 13.00	44323.2	9.7
13.00 - 14.00	44331.0	7.8
14.00 - 15.00	44337.9	6.9
15.00 - 16.00	44347.1	9.2
16.00 - 17.00	44360.1	13.0
17.00 - 18.00	44383.4	23.3
18.00 - 19.00	44400.7	17.3
19.00 - 20.00	44410.9	10.2
20.00 - 21.00	44419.6	8.7
21.00 - 22.00	44424.0	4.4
22.00 - 23.00	44424.0	0.0
23.00 - 24.00	44424.0	0.0
Q rata-rata (m <sup>3</sup> /jam)		8.8
Q total (m <sup>3</sup> /hari)		210.5

## **5.2. Evaluasi Sistem Penyediaan Air Bersih**

Evaluasi sistem penyediaan air bersih dilakukan dari mengevaluasi kebutuhan air bersih, ground reservoir, roof tank, dimensi perpipaan dan pompa.

### **5.2.1 Kebutuhan Air Bersih**

Perhitungan kebutuhan air bersih ini dengan metode menjumlahkan pembayaran tagihan air setahun yang dibayar oleh UPT pengelola Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya dengan membagi harga satuan permeter kubik penggunaan air yang ditetapkan pihak PDAM Kota Surabaya. Biaya tagihan air perbulan yang dibayar oleh UPT pengelola dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Biaya tagihan air tahun 2016

<b>Bulan</b>	<b>Biaya Tagihan (Rp)</b>
Januari	5,367,000.00
Februari	4,455,600.00
Maret	4,797,200.00
April	5,544,100.00
Mei	4,554,430.00
Juni	5,309,470.00
Juli	5,175,600.00
Agustus	5,506,700.00
September	5,023,200.00
Oktober	5,673,900.00
November	5,798,200.00
Desembar	5,472,600.00
<b>TOTAL</b>	<b>62,678,000.00</b>

Sumber : UPT Rumah Susun Gunungsari, 2016

Pada tahun 2016, total pengeluaran untuk biaya tagihan air sebesar Rp.62,678,000,00. Menurut Peraturan Walikota Surabaya No. 55 Tahun 2005 Rumah Susun Gunungsari Kota

Surabaya termasuk kelompok pelanggan I dengan tarif air Rp.600,00 /m<sup>3</sup>. Namun UPT pengelola rumah susun tersebut menjadikan tarif air tersebut menjadi Rp.800,00 /m<sup>3</sup> untuk biaya operasi dan pemeliharaan pompa. Sehingga perhitungan kebutuhan air adalah:

Rata-rata pembayaran per bulan :

$$\frac{Rp.62,678,000,00}{12 \text{ bulan}} = Rp. 5,223,167,00 \text{ /bulan}$$

Volume pemakaian air per bulan :

$$\frac{Rp.5,223,167,00}{Rp.800,00 /m^3} = 6528.95 \text{ m}^3 \text{ /bulan}$$

Pemakaian air per unit per hari :

$$\frac{6528.95 \text{ m}^3/\text{bulan}}{268 \text{ unit} \times 30 \text{ hari}} = 0.812 \text{ m}^3/\text{unit/hari}$$

Pemakaian air per orang :

$$\begin{aligned} \frac{0.812 \text{ m}^3/\text{unit}}{5 \text{ orang/unit}} &= 0.17 \text{ m}^3/\text{orang/hari} \\ &= 170 \text{ L/orang/hari} \end{aligned}$$

Adapun pemakaian air rata-rata per orang sebanyak 170 L/orang/hari sangatlah besar untuk penghuni rumah susun. Namun hal ini wajar dikarenakan alat plambing yang terdapat di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya memakai kran dan kloset biasa yang membutuhkan air lebih banyak.

Setelah didapatkan pemakaian air rata-rata per orang, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap kebutuhan air tersebut berdasarkan jumlah penghuni dan pegawai yang berada di Rumah Susun Gunungsari tersebut. Jumlah penghuni sebanyak 1340 orang sedangkan pegawai sebanyak 10 orang sehingga jumlah orang sebanyak 1350 orang. Dari jumlah tersebut didapatkan pemakaian air rata-rata/hari (Q<sub>1</sub>) :

$$\begin{aligned} Q_1 &= \text{Jumlah penghuni} \times \text{Pemakaian Air} \\ &= 1350 \text{ orang} \times 0.17 \text{ m}^3/\text{orang/hari} \\ &= 229.5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Diperkirakan tambahan pemakaian air untuk menyiram tanaman, mengatasi kebocoran dan lain-lainnya sehingga untuk pemakaian air rata-rata per hari (Q<sub>d</sub>) :

$$\begin{aligned} Q_d &= (100\% + \text{Tambahan pemakaian air } \%) \times Q_1 \\ &= (100\% + 10\%) \times 229.5 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 252.45 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Penghuni Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya mayoritas bekerja sebagai pegawai negeri sipil (PNS) sehingga diasumsikan pemakaian air sebanyak 10 jam/hari.

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d}{t} \\ &= \frac{252.25 \text{ m}^3/\text{hari}}{10 \text{ jam/hari}} \\ &= 25.25 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dihitung pemakaian air pada jam puncak ( $Q_{h-\max}$ ), pemakaian air pada hari puncak ( $Q_{d-\max}$ ) dan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} Q_{h-\max} &= Q_h \times C_1 \\ Q_{m-\max} &= \frac{Q_h}{60} \times C_2 \end{aligned}$$

Dimana  $C_1$  merupakan konstanta yang berkisar 1.5 – 2.0 sedangkan  $C_2$  merupakan konstanta yang berkisar antara 3.0 – 4.0 sehingga  $C_1$  untuk Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya yang mayoritas berpenghuni pekerja PNS adalah 2 sedangkan  $C_2$  adalah 3. Sehingga hasil perhitungannya :

$$\begin{aligned} Q_{h-\max} &= 25.25 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 = 50.49 \text{ m}^3/\text{jam} \\ Q_{m-\max} &= \frac{25.25 \text{ m}^3/\text{jam}}{60} \times 3 = 1.26 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

### 5.2.2 Kapasitas Ground Reservoir

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, air bersih yang digunakan 100% bersumber dari PDAM Kota Surabaya. Air tersebut ditampung pada sebuah *Ground Reservoir* dengan ukuran panjang 16 m, lebar 4 m dan kedalaman 2.5 m dengan volume 160 m<sup>3</sup>. *Ground reservoir* terletak dibawah tempat parkir sepeda motor yang dapat dilihat pada gambar 5.1.

Berdasarkan perhitungan *ground reservoir* dengan menggunakan rumus, data yang dibutuhkan untuk perhitungan adalah nilai kapasitas pipa dinas ( $Q_s$ ), dimana untuk mendapatkannya dilakukan dengan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{\text{kebutuhan air rata-rata}}{24 \text{ jam}} \\ Q_s &= \frac{252.45 \text{ m}^3/\text{hari}}{24 \text{ jam}} \\ &= 10.52 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$





Gambar 5.1 Ground Reservoir Eksisting

Penggunaan air pada Rumah Susun Gunungsari hanya 10 jam sedangkan suplai selama 24 jam, sehingga ground reservoir harus mampu menampung air 14 jam dari suplai PDAM. Sehingga perhitungan kapasitas ground reservoir adalah :

$$\begin{aligned} V_R &= Q_d - (Q_s \times T) + V_f \\ &= 252.45 \text{ m}^3/\text{hari} - (10.52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ jam/hari}) + V_f \\ &= 147.3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

\* $V_f$  = Cadangan air untuk pemadam kebakaran akan dibahas pada point 5.4

Kapasitas *ground reservoir* eksisting memiliki kapasitas  $160 \text{ m}^3$  sedangkan berdasarkan perhitungan kapasitas yang harus tersedia untuk menampung kebutuhan air bersih sebesar  $147.3 \text{ m}^3$ . Namun *ground reservoir* tersebut digunakan untuk menampung kebutuhan air bersih dan cadangan air untuk pemadam kebakaran. Kapasitas *ground reservoir* akan dibahas lebih lanjut pada point 5.4.

### 5.2.3 Kapasitas Roof Tank

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, air bersih dari ground reservoir dipompa menuju ke roof tank yang berada dilantai teratas pada bangunan. Roof tank pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya berupa tandon yang terbuat dari bahan stainless yang dapat dilihat pada gambar 5.2. Terdapat 4 roof tank dengan kapasitas tiap roof tank sebesar 2000 Liter. 2 berada di

Blok A dan 2 berada di Blok C. Total kapasitas roof tank yaitu 8000 Liter atau 8 m<sup>3</sup>. Pemompaan ke roof tank tersebut dilakukan otomatis apabila air pada roof tank mencapai level rendah.



Gambar 5.2 Roof tank eksisting

Roof tank tersebut harus mampu menampung air disaat pemakaian puncak. Pemakaian puncak air bersih sebagai berikut:

$Q_{h-max}$	= 50.49 m <sup>3</sup> /jam
Jangka waktu kebutuhan	= 30 menit
Kebutuhan air puncak	= 25.25 m <sup>3</sup> /30 menit

Kapasitas roof tank eksisting memiliki kapasitas 8 m<sup>3</sup>, sedangkan berdasarkan perhitungan Kebutuhan air saat puncak adalah 22.25 m<sup>3</sup>. Sehingga kapasitas dari roof tank tersebut tidak sesuai dengan kebutuhan.

Ada 2 alternatif untuk mengatasi hal tersebut, alternatif pertama menambah roof tank namun menambah beban dari struktur bangunan. Alternatif kedua adalah melakukan penambahan debit pemompaan namun menambah biaya dari *operational* dan *maintenance*. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dipilihlah alternatif kedua karena bangunan Rumah Susun Gunungsari sudah lama dibangun dan tidak diketahui

apakah bangunan tersebut dapat menerima tambahan beban yang dapat mempengaruhi struktur bangunan.

Pada keadaan eksisting, pompa hanya digunakan 2 unit saja, untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan 3 unit pompa. Perhitungan penambahan debit pemompaan sebagai berikut :

- Kapasitas pompa = 300 L/menit
- Jumlah pompa digunakan = 3 unit
- Total debit pemompaan = 900 L/menit
- Waktu pemompaan = 30 menit
- Volume =  $T_{pu} \times Q_{pu}$   
= 30 menit x 900 L/menit  
= 27 m<sup>3</sup>

Dengan penambahan penggunaan 1 unit pompa dapat mengatasi kekurangan dari penggunaan air puncak.

#### 5.2.4 Dimensi Perpipaan Air Bersih

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, dimensi perpipaan air bersih yang terpasang dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Perpipaan Air Bersih Eksisting

No	Perpipaan	Diameter (Inci)
1	Pipa dari GR ke RT (pipa transfer)	4
2	Pipa Shaft dari RT ke Lt 1-5	3
3	Pipa datar dari shaft ke tiap lantai	2
4	Pipa datar ke tiap kamar	$\frac{3}{4}$

##### 1. Penentuan pipa transfer dari *ground reservoir* ke *roof tank*

Posisi roof tank sangat mempengaruhi perhitungan diameter pipa, dimana posisi tersebut akan mempengaruhi headloss pada kamar paling jauh dari reservoir. Sehingga dapat dikatakan jika kamar paling jauh dari reservoir sudah memenuhi kebutuhan secara garis besar kamar sebelumnya juga sudah memenuhi. Letak ground reservoir dan roof tank dapat dilihat pada gambar 5.3.

Perhitungan dimensi pipa transfer dari ground reservoir ke roof tank sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total Debit pemompaan} &= 900 \text{ L/menit} \\ &= 15 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

Kecepatan (v) diasumsikan 2 m/detik

$$Q = V \times A$$

$$D = \left[ \frac{4 \times Q}{\pi \times v} \right]^{1/2}$$

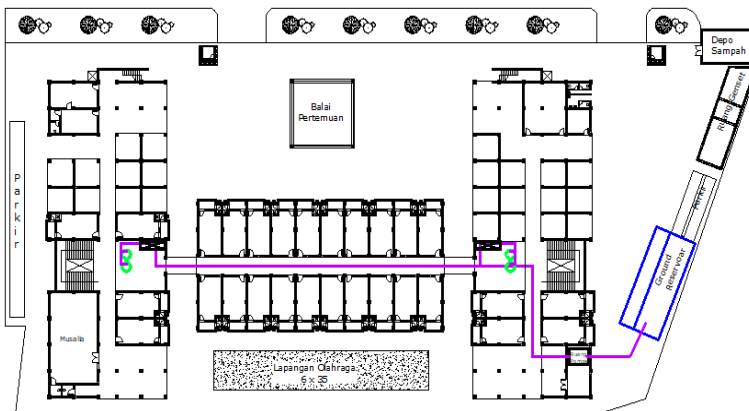
$$= \left[ \frac{4 \times 0.015}{\pi \times 2} \right]^{1/2} = 0.097 \text{ m} = 97 \text{ mm} = 3.84 \text{ inci}$$

Diameter pasaran yang tersedia = 4 inci

Sehingga dilakukan cek kecepatan :

$$0.1 = \left[ \frac{4 \times 0.015}{\pi \times v} \right]^{1/2}$$

$$= 1.9 \text{ m/detik} \quad (\text{OK}) \quad (\text{Syarat : } 0.3 - 2.5 \text{ m/detik})$$



Gambar 5.3 Letak ground reservoir dan roof tank

Berdasarkan perhitungan dimensi pipa transfer dari ground reservoir ke roof tank memiliki ukuran 4 inci sedangkan pipa eksistingnya juga berukuran 4 inci. Sehingga dimensi pipa transfer air bersih eksisting sudah sesuai dengan perhitungan.

2. Penentuan pipa dari *roof tank* ke tiap unit

Setiap alat plambing memiliki nilai fixture unit masing-masing yang akan mempengaruhi dalam perhitungan diameter pipa. Alat plambing yang digunakan dan jalur pipa pada tiap unit dalam rumah susun dapat dilihat pada gambar 5.4.

3. Penentuan besarnya nilai *fixture unit*

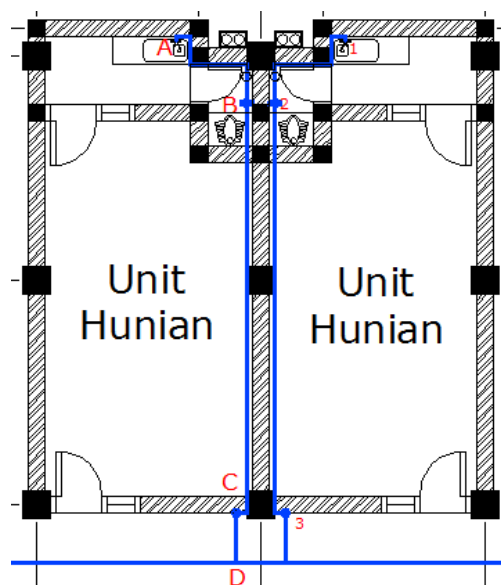
Setelah menentukan jenis dan jumlah serta jalur pada alat plambing dalam kamar, selanjutnya adalah menentukan besar beban alat plambing pada setiap alat untuk setiap jalur. Berikut contoh perhitungan besar fixture unit pada jalur A-C. Fixture unit setiap alat plambing didapat dari tabel 3.2.

Unit beban total = jumlah alat x unit beban alat

Kran = 1 buah x 2 FU = 2 FU

Sink Dapur = 1 buah x 2 FU = 2 FU

Total = 2 FU + 2 FU = 4 FU



Gambar 5.4 Alat plambing dan jalur pipa air bersih

Keterangan:

1. Sink Dapur
2. Kran
3. Meteran Air

Kemudian dilakukan penentuan debit yang mengalir dalam pipa tersebut. Debit yang mengalir pada setiap jalur dapat diketahui dengan memplotkan total beban alat plambing pada jalur dengan kurva pada gambar 3.3.

Dari Kurva tersebut didapatkan bahwa untuk beban total alat plambing sebesar 4 FU mengalirkan debit air sebesar 4 GPM (0.25 L/detik)

Setelah ditentukan besar debit tiap jalur, selanjutnya dapat menentukan besar diameter pipa yang akan digunakan. Penentuan diameter pipa menurut debit (GPM) dapat dilihat pada tabel 3.3.

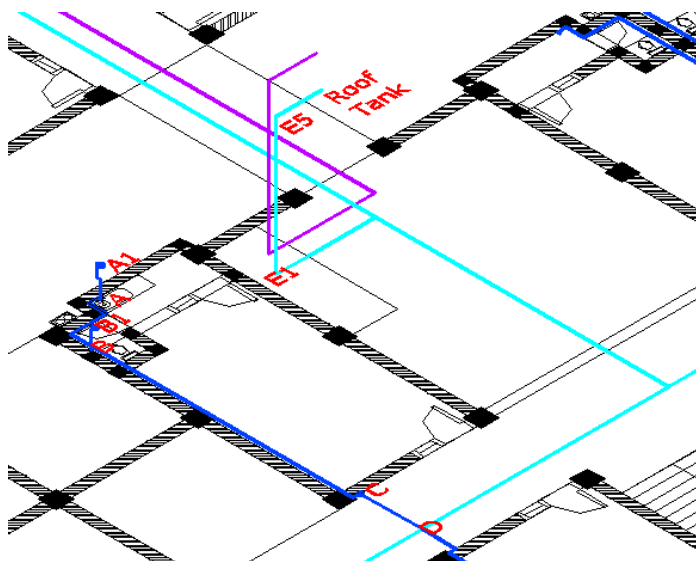
Perhitungan lengkap untuk semua jalur pada tiap unit rumah susun mulai dari unit beban, debit, dan diameter terpakai dapat dilihat pada tabel 5.4, sedangkan isometri pipa air bersih dapat dilihat pada gambar 5.5 dan lampiran B.

Tabel 5.4 Perhitungan pipa air bersih

Jalur	UAP	Q (GPM)	Q (L/detik)	D (inci)
A1 - A (Sink Dapur)	2	2	0.12	0.5
A - B	2	2	0.12	0.5
B1- B (Kran)	2	2	0.12	0.5
B - C	4	4	0.25	0.75
C - D	4	4	0.25	0.75
D - E1 (Shaft)	112	74	4.86	2
D - E2-5 (Shaft)	960	236	14.85	2
E1 - E5 (Shaft)	1072	244	16.24	3
E5 - Roof Tank	1072	244	16.24	3

Keterangan :

Nilai D – E1 = Nilai UAP 1 Unit x jumlah unit lantai 1  
= 4 UAP x 28 Unit kamar  
= 112 UAP  
Nilai D – E2-5 = 4 UAP x 240 Unit kamar  
= 960 UAP  
Nilai E1 – E5 = 112 UAP + 960 UAP  
= 1072 UAP



Gambar 5.5 Isometri pipa air bersih

Berdasarkan perhitungan pipa datar ke tiap unit memiliki dimensi yang berbeda-beda namun dimensi pipa datar ke tiap unit eksisting memiliki ukuran dimensi yang sama yaitu  $\frac{3}{4}$  atau 0.75 inci. Hal ini tidak menjadi masalah karena dalam pemasangan akan menimbulkan kesulitan penambahan *reducer*, maka biasanya ukuran pipa dibuat sama setelah mencapai diameter terkecil yang diinginkan.

Dengan demikian pada beberapa bagian dari sistem pipa tersebut akan diperoleh diameter yang lebih besar daripada yang ditentukan berdasarkan perhitungan. Hal ini terutama apabila makin besar kemungkinan penggunaan serentak dari peralatan plambing tersebut.

Sehingga dimensi pipa air bersih eksisting sudah sesuai dengan perhitungan.

#### 5.2.5 Pompa Air Bersih

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, pompa air bersih yang digunakan sebanyak 2 buah dan terdapat 2 buah pompa lagi untuk cadangan. Pompa air bersih dapat dilihat pada gambar 5.6. Spesifikasi pompa tersebut sebagai berikut :

Merk : Sanyo, Jet Water Pump PDH255JP  
Kapasitas max : 300 Liter/menit  
Head : 50 m



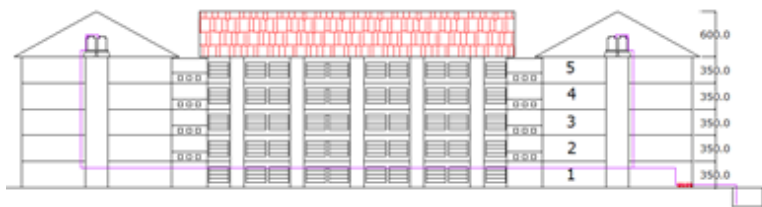
Gambar 5.6 Pompa air bersih eksisting

Berdasarkan perhitungan head pompa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H_p = H_s + H_{f_{total}} + H_{Sisa}$$

Head Statik = 20 meter





Gambar 5.7 Sketsa pemompaan air bersih

Head friksi = Mayor losses + Minor Losses

Mayor losses ( $H_f$ )

L discharge total : 134 meter

Diameter : 4 inci ~ 10.16 cm

Debit pengaliran : 13.4 Liter/detik

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.00155 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$H_f = \left( \frac{13.4 \text{ Liter/detik}}{0.00155 \times 120 \times 10.16 \text{ cm}^{2.63}} \right)^{1.85} \times 134 \text{ m}$$

$$= 4.61 \text{ meter}$$

Minor losses ( $H_m$ )

Head akibat 12 belokan  $90^\circ$  ( $K=0.3$ )

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 12 \times \left[ \frac{0.3 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 0.73 \text{ m}$$

Head akibat 4 valve ( $K=2$ )

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 4 \times \left[ \frac{2 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 1.63 \text{ m}$$

Head akibat 2 check valve ( $K=2$ )

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 2 \times \left[ \frac{0.3 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 0.81 \text{ m}$$

Jadi total minor losses adalah :  $0.73 + 1.63 + 0.81 = 3.17 \text{ meter}$

Maka total  $H_f$  total yaitu  $4.61 \text{ m} + 3.17 \text{ m} = 7.78 \text{ m}$

$H_p = 20 \text{ m} + 7.78 \text{ m} + 2 \text{ m} = 29.78 \text{ m}$

Berdasarkan perhitungan head pompa sebesar 29.78 meter, sedangkan berdasarkan pompa eksisting mempunyai head pompa sebesar 50 meter, sehingga head pompa berlebih sebesar 20.22 meter. Pompa air bersih yang digunakan sudah sesuai dengan kebutuhan pada Rumah Susun Gunungsari.

### 5.3. Evaluasi Sistem Penyaluran Air Buangan

Evaluasi sistem penyaluran air buangan dilakukan dari mengevaluasi dimensi perpipaan air buangan dan pipa vent.

#### 5.3.1 Dimensi Perpipaan Air Buangan

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, dimensi perpipaan air buangan yang terpasang dapat dilihat pada tabel 5.5.

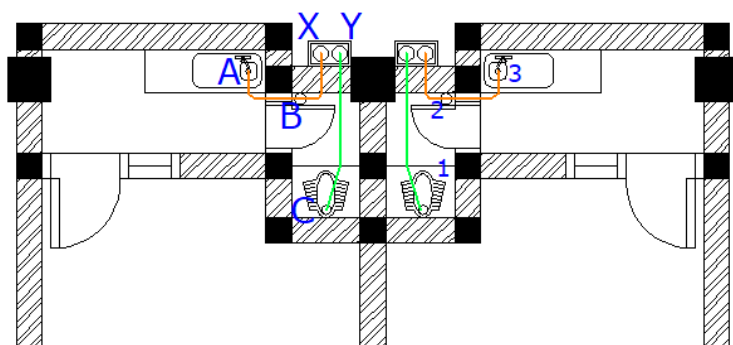
Tabel 5.5 Perpipaan Air Buangan Eksisting

No	Perpipaan	Diameter (Inci)
1	Pipa WC ke shaft	4
2	Pipa Sink dapur ke shaft	2
3	Pipa Floor drain ke shaft	2
4	Pipa shaft ke Tangki Septik (Black Water)	4
5	Pipa shaft ke saluran lingkungan (Grey Water)	4

Adapun langkah-langkah penentuan dimensi pipa air buangan yaitu:

1. Menentukan apakah sistem air buangan menggabungkan atau memisahkan antara *black water* dan *grey water*.
2. Tentukan jalur tiap sistem pada tiap unit. Jalur setiap sistem tersebut ditentukan karena penentuan dimensi pipa air buangan dilakukan berdasarkan unit alat plambing kumulatif. Jalur tiap sistem penyaluran air buangan dapat dilihat pada gambar 5.8 sedangkan isometri dapat dilihat pada lampiran C.
3. Menentukan besarnya beban unit alat plambing dari setiap alat plambing pada setiap jalur yang telah ditetapkan. Nilai beban UAP ini dapat dilihat pada Tabel 3.4

4. Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum dari Tabel 3.4. Jika diameter pipa air buangnya lebih kecil dari diameter perangkat minimumnya maka diambil nilai dari diameter perangkat minimum yang sesuai standar untuk setiap alat plambing. Penentuan diameter pipa air buangan dapat dilihat pada tabel 5.6.



Gambar 5.8 Alat plambing dan jalur pipa air buangan

Keterangan:

1. Water Closet
2. Floor Drain
3. Sink Dapur

Tabel 5.6 Perhitungan pipa air buangan

Jalur	U A P	Diameter minimum (inci)	Akumulasi UAP	Diameter Pipa Berdasarkan UAP (inci)	Diameter Pipa Pasaran (inci)
A - B (Sink Dapur)	2	1.5	2	1.5	2
B - X (Floor Drain)	2	2	4	2	2
C - Y (WC)	4	3	4	3	3
Shaft					
X (Lantai 5) - Saluran Lingkungan			20	4	4
Y (Lantai 5) - Tanki Septik			20	4	4

Berdasarkan perhitungan, pipa dari WC menuju ke shaft (*black water*) diperbolehkan menggunakan pipa berdiameter 3 inci, sedangkan pipa eksisting berdiameter 4 inci, sedangkan pipa dari sink dapur dan floor drain menuju ke shaft (*grey water*) sudah sesuai dengan perhitungan. Hal tersebut tidak merugikan sistem plambing, namun merugikan dibiaya investasi pembangunan. Perbandingan harga dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Perbandingan harga total diameter berbeda

Pipa	Diameter Pipa (inci)	Harga Satuan tiap 4 meter (Rp)	Total Panjang (m)	Total Harga (Rp)
Black water	3	Rp 218,960.00	496	Rp 27,151,040.00
	4	Rp 319,190.00	496	Rp 39,579,560.00
	Selisih harga			Rp 12,428,520.00

Dapat dilihat pada tabel 5.7 selisih harga untuk pipa *black water* adalah Rp. 12,428,520.00. Padahal dengan melakukan perencanaan yang tepat pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya dapat menghemat biaya sebanyak Rp. 12,428,520.00.

### 5.3.2 Dimensi Pipa Ven

Pada Rumah Susun Gunungsari, dimensi pipa ven yang terpasang dapat dilihat pada tabel 5.8 dan gambar 5.9.

Tabel 5.8 Pipa ven eksisting

No	Perpipaan	Diameter (Inci)
1	Pipa ven tegak black water	2.5
2	Pipa ven tegak grey water	2.5



Gambar 5.9 Pipa ven tegak

Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa ven adalah sebagai berikut:

1. Menentukan sistem ven yang digunakan pada ruang saniter, system yang digunakan berupa sistem ven tegak.
2. Menentukan jenis Unit Alat Plumbing (UAP) yang terdapat pada tiap-tiap jalur yang telah ditentukan.
3. Menentukan kumulatif dari masing – masing UAP tersebut.
4. Menentukan diameter air buangan pada jalur dimana pipa ven dipasang, penentuan diameter berdasarkan diameter pipa air buangan yang telah dihitung, penentuan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.9.
5. Menentukan panjang pipa yang terdapat pada setiap jalur yang telah ditentukan.
6. Konversi diameter pipa dalam satuan inci sesuai dengan yang terdapat di pasaran.

Setelah mengikuti langkah-langkah diatas, penentuan pipa ven dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Perhitungan pipa ven

Jalur	UAP	Diameter Pipa Air Buangan (mm)	Panjang Pipa Tegak (m)	Diameter Pipa Ven (mm)
Pipa tegak grey water	20	100	17.5	50
Pipa tegak black water	20	100	17.5	50

Berdasarkan perhitungan, pipa ven berukuran 50 mm atau 2.5 inci, sehingga berdasarkan perhitungan dengan kondisi eksisting sudah sesuai.

#### 5.4. Evaluasi Sistem Fire Hydrant

Evaluasi sistem *fire hydrant* dilakukan dari mengevaluasi sistem fire hydrant dalam gedung dan diluar gedung, kebutuhan air untuk *fire hydrant* dan kapasitas pompa *fire hydrant*.

##### 5.4.1 Sistem Fire Hydrant Dalam Gedung

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, sistem *fire hydrant* dalam gedung eksisting dapat dilihat pada gambar 5.10 dan tabel 5.10.



Gambar 5.10 Box Hydrant dalam gedung

Namun disayangkan pada gambar 5.10 *box hydrant* dalam gedung sudah terhalang oleh barang-barang penghuni rumah susun tersebut, sehingga apabila terjadi kebakaran akan menyulitkan untuk menggunakan alat pemadam tersebut.

Tabel 5.10 Sistem fire hydrant dalam gedung eksisting

No	Instalasi Hydrant Tiap Lantai	Jumlah
1	Box Hydrant (Fire Hose Reel)	6
2	Portable Fire Exstinguiser	6

Berdasarkan perhitungan, *fire hose reel* yang diletakkan di dalam gedung berjarak tiap 30 meter. Dapat dilihat pada lampiran D. Sehingga peletakan *box hydrant* dalam gedung Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya sudah sesuai dengan SNI 03-1735-2000.

#### 5.4.2 Sistem Fire Hydrant Luar Gedung

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, sistem *fire hydrant* luar gedung eksisting dapat dilihat pada gambar 5.11 dan tabel 5.11.



Gambar 5.11 Box hydrant dan pillar hydrant luar gedung

Pada gambar 5.11 terlihat bahwa outdoor box hydrant dan pillar hydrant luar gedung sudah terjadi karatan. Ini sangat disayangkan apabila terjadi kebakaran alat tersebut sudah tidak dapat difungsikan sebagaimana mestinya.

Tabel 5.11 Sistem fire hydrant luar gedung eksisting

No	Instalasi Hydrant Luar Gedung	Jumlah
1	Outdoor Box Hydrant	4
2	Pillar Hydrant	4
3	Siamesse Connection	1

Berdasarkan perhitungan, box hydrant dan pillar hydrant yang diletakkan di luar gedung memiliki jarak sebesar 50 meter. Dapat dilihat pada lampiran D. Sehingga peletakan box hydrant dan pillar hydrant luar gedung Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya sudah sesuai dengan SNI 03-1735-2000.

#### 5.4.3 Dimensi Perpipaan Fire Hydrant

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, dimensi perpipaan *fire hydrant* yang terpasang dapat dilihat pada tabel 5.12

Tabel 5.12 Perpipaan fire hydrant eksisting

No	Perpipaan	Diameter (inci)
Di dalam gedung		
1	Pipa distribusi tiap lantai	4
2	Pipa shaft	4
3	Pipa datar ke box hydrant	2½
Di luar gedung		
4	Pipa distribusi luar gedung	5

Contoh perhitungan dimensi pipa *fire hydrant* adalah sebagai berikut:

##### 1. Pipa distribusi luar gedung

Jalur : 1x – 1u (Pada lampiran D)

Debit pillar hydrant : 800 Liter/menit ~ 13.3 L/s

C : 120

L (m) : 75 m

Hf : 2 m

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.00155 \times C \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$2 \text{ m} = \left( \frac{13.3 \text{ Liter/detik}}{0.00155 \times 120 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times 75 \text{ m}$$

$$D = 10.67 \text{ cm} \sim 4.2 \text{ inci (Diameter pasaran 5 inci)}$$



Berdasarkan perhitungan dimensi pipa distribusi luar gedung sebesar 5 inci, sedangkan pipa eksisting juga sebesar 5 inci sehingga diameter pipa tersebut sudah sesuai.

2. Pipa distribusi tiap lantai

Jalur : 5c – 5b (Pada lampiran D)

Debit *fire hose reel* : 400 Liter/menit ~ 6.67 L/s

C : 120

L (m) : 17 m

Hf : 0.25 m

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.00155 \times c \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L$$

$$0.25 \text{ m} = \left( \frac{6.67 \text{ Liter/detik}}{0.00155 \times 120 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times 17 \text{ m}$$

$$D = 9.26 \text{ cm} \sim 3.6 \text{ inci (Diameter pasaran 4 inci)}$$

Berdasarkan perhitungan dimensi pipa distribusi tiap lantai sebesar 4 inci, sedangkan pipa eksisting juga sebesar 4 inci sehingga diameter pipa tersebut sudah sesuai.

#### 5.4.4 Kebutuhan Air Untuk Fire Hydrant

Kebutuhan air untuk fire hydrant ditetapkan berdasarkan jumlah dan jenis alat fire hydrant. Perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut:

1. Box Hydrant dalam gedung

Q = 400 Liter/menit

t = 15 menit

n = 6 buah

$$V = Q \times t \times n$$

$$V = 400 \text{ Liter/menit} \times 15 \text{ menit} \times 6 \text{ buah}$$

$$= 36000 \text{ Liter}$$

$$= 36 \text{ m}^3$$

2. Pillar Hydrant luar gedung

Q = 800 Liter/menit

t = 30 menit

$$n = 4 \text{ buah}$$

$$V = Q \times t \times n$$

$$\begin{aligned} V &= 800 \text{ Liter/menit} \times 30 \text{ menit} \times 4 \text{ buah} \\ &= 96000 \text{ Liter} \\ &= 96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan air untuk fire hydrant adalah sebesar =  $36 \text{ m}^3 + 96 \text{ m}^3 = 132 \text{ m}^3$

Berdasarkan perhitungan kebutuhan air fire hydrant, dapat dihitung kapasitas ground reservoir, tujuannya adalah untuk mengatasi kekurangan air jika terjadi kebakaran.

$$V_R = V_{\text{air bersih}} + V_f$$

$$V_R = 147.3 \text{ m}^3 + 132 \text{ m}^3 = 279.3 \text{ m}^3$$

Ground reservoir eksisting hanya mempunyai kapasitas sebesar  $160 \text{ m}^3$ , sehingga untuk menutupi kekurangan air yang dibutuhkan Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya adalah dengan memperluas kapasitas ground reservoir. Namun resiko menggabungkan tempat penyimpanan air bersih dan air pemadam kebakaran adalah cadangan air terpakai untuk kebutuhan sehari-hari dan tidak ada cadangan saat kebakaran terjadi. Tetapi juga memiliki keuntungan, karena air pemadam kebakaran juga harus dilakukan pergantian agar tidak mengakibatkan kualitasnya menurun atau terkontaminasi.

Perluasan tersebut mengikuti panjang dan kedalaman ground reservoir eksisting dengan panjang 16 meter dan kedalaman 2.5 meter, perhitungan dimensi ground reservoir sebagai berikut:

$$\text{Volume} = P \times L \times h$$

$$(279.3 - 160) \text{ m}^3 = 16 \text{ m} \times L \times 2.5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 3 \text{ meter}$$

Detail gambar reservoir dapat dilihat pada lampiran F.

#### 5.4.5 Pompa Fire Hydrant

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, pompa fire hydrant yang digunakan sebanyak 1 yang dapat dilihat pada gambar 5.12. Spesifikasi pompa tersebut sebagai berikut :

Merk : Kayuan, Centrifugal multi stage  
Kapasitas : 5780 Liter/menit  
Head : 50 m

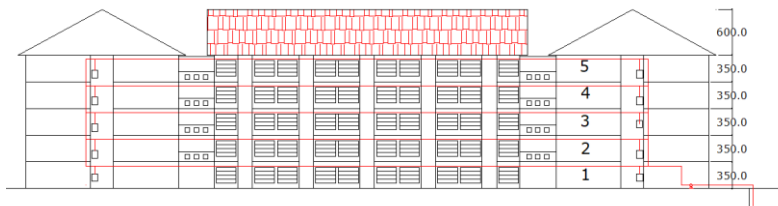


Gambar 5.12 Pompa fire hydrant eksisting

Berdasarkan perhitungan head pompa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H_p = H_s + H_{f_{total}} + H_{sisa}$$

Head Statik = 16.5 meter



Gambar 5.13 Sketsa pemompaan fire hydrant

Head friksi = Mayor losses + Minor Losses

Mayor losses ( $H_f$ )

L discharge total : 125 meter

Diameter : 4 inci ~ 10.16 cm

Debit pengaliran : 6.67 Liter/detik

$$H_f = \left( \frac{Q}{0.00155 \times c \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L$$

$$H_f = \left( \frac{6.67 \text{ Liter/detik}}{0.00155 \times 120 \times 10.16 \text{ cm}^{2,63}} \right)^{1,85} \times 125 \text{ m}$$

$$= 1.18 \text{ meter}$$

Minor losses (Hm)

Head akibat 55 belokan 90° (K=0.3)

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 55 \times \left[ \frac{0.3 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 3.36$$

Head akibat 2 valve (K=2)

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 2 \times \left[ \frac{2 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 0.81$$

Head akibat 2 check valve (K=2)

$$H_m = n \times \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] = 2 \times \left[ \frac{0.3 \times 2^2}{2 \times 9.81} \right] = 0.81$$

Jadi total minor losses adalah : 3.36 + 0.81 + 0.81 = 4.98 meter

Maka total Hf total yaitu 1.18 m + 4.98 m = 6.16 m

$H_p = 16.5 \text{ m} + 6.16 \text{ m} + 20 \text{ m} = 42.66 \text{ m}$

Berdasarkan perhitungan head pompa sebesar 42.66 meter, sedangkan berdasarkan pompa eksisting mempunyai head pompa sebesar 50 meter, sehingga head pompa berlebih sebesar 7.34 meter. Dengan head pompa yang berlebih, pompa fire hydrant sudah sesuai dengan kebutuhan di Rumah Susun Gunungsari.

## 5.5. Evaluasi Sistem Penyaluran Air Hujan

Evaluasi sistem penyaluran air hujan dilakukan dari menghitung debit air hujan di Kota Surabaya, lalu mengevaluasi perpipaian air hujan dan merancang bak penampung air hujan.

### 5.5.1 Luas Atap

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya memiliki luasan atap yang berbeda. Jenis atap pada bangunan tersebut

adalah pelana. Bentuk atap bangunan dapat dilihat pada gambar 5.14. Luasan atap setiap bangunan dapat dilihat pada tabel 5.13.

Contoh perhitungan luasan atap sebagai berikut:

Bangunan Blok A

Tinggi atap = 6 m

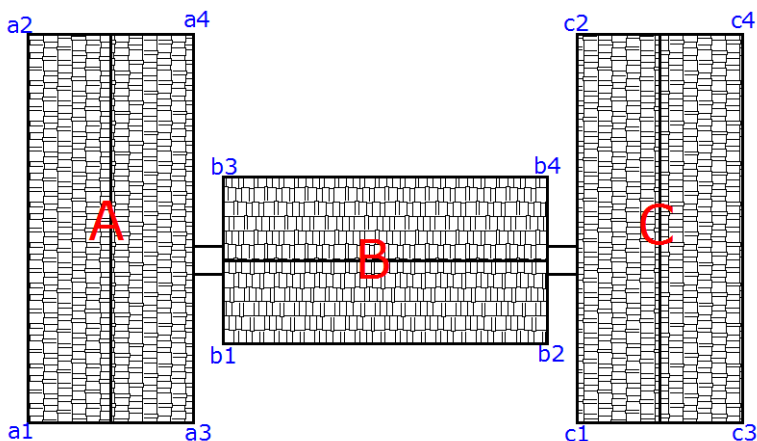
Panjang Atap = 48 m

Lebar Atap = 20 m

Luas Atap = 2 x panjang atap x lebar atap posisi miring  
 $= 2 \times 48 \text{ m} \times 20 \text{ m}$   
 $= 1152 \text{ m}^2$

Tabel 5.13 Luasan Atap Tiap Bangunan

No	Gedung	Tinggi (m)	Panjang (m)	L (m)	Luas Atap (m <sup>2</sup> )
1	Blok A	6	48	20	1920
2	Blok B	6	40	20	1600
3	Blok C	6	48	20	1920



Gambar 5.14 Atap lantai 5 Blok A, B dan C

### 5.5.2 Curah Hujan

Curah hujan yang digunakan adalah data stasiun hujan Wonokromo, Surabaya. Perhitungan hanya didasarkan pada 1 stasiun saja, karena letak stasiun hujan dan Rumah Susun Gunungsari berdekatan, yaitu 1.8 Km. Data Curah hujan selama 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2006 hingga 2015. Data curah hujan pada Februari 2015 merupakan data dengan curah hujan tertinggi selama 10 tahun terakhir. Data curah hujan bulan Februari 2015 dapat dilihat pada tabel 5.14. Data curah hujan 10 tahun terakhir tercantum pada lampiran G.

Tabel 5.14 Curah hujan bulan Februari 2015

Tanggal	Curah hujan (mm)	Tanggal	Curah hujan (mm)
1	0	15	42
2	14	16	22
3	22	17	21
4	32	18	15
5	24	19	5
6	13	20	18
7	11	21	0
8	0	22	61
9	37	23	0
10	0	24	0
11	0	25	0
12	46	26	5
13	2	27	4
14	28	28	6

Sumber : BMKG Juanda Surabaya

### 5.5.3 Intensitas Hujan

#### A. Curah Hujan Harian Maksimum (HHM)

Penentuan intensitas hujan didahului dengan perhitungan curah hujan maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum adalah Metode Gumbel. Peringkat data hujan tercantum dalam tabel 5.15

Tabel 5.15 Peringkat Data Curah Hujan

No	Tahun	HHM (mm)
1	2010	110
2	2009	104
3	2006	100
4	2012	95
5	2014	83
6	2011	82
7	2008	81
8	2013	72
9	2007	71
10	2015	63
Rata-rata		86.1

Dari tabel 5.15 diatas kemudian ditentukan

1. Standar Deviasi (Or) = 15.55
2. Untuk n=10 dari *Table of Reduced Mean (Yn)* dan *Reduced Standard Deviation (Or)* didapatkan:

$$\Sigma_{10} = 0.9496$$

$$Y_{10} = 0.4952$$

3. Curah hujan harian maksimum dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R_T = R + \frac{\sigma_R}{\sigma n} (Y_t - Y_n)$$

Dimana

$\Sigma_n$  = Reduced Standard Deviation

$Y_t$  = Reduced Variated yang merupakan fungsi dari masa ulang  $T_R$

$Y_n$  = Reduced Mean yang merupakan fungsi banyak data

Peraturan menteri pekerjaan umum Nomor 14 /PRT/M/2010 tentang standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang mengatur perencanaan saluran drainase menggunakan periode ulang hujan (PUH) 2 kali setahun. Berdasarkan acuan tersebut, maka untuk perencanaan perpipaan air hujan digunakan PUH yang lebih kecil yaitu 1.5 tahun.

Perhitungan nilai  $Y_T$  untuk PUH 1.5 tahun :

$$Y_T = -\ln(-\ln(1-\frac{1}{T}))$$

$$Y_T = -\ln(-\ln(1-\frac{1}{1.5}))$$

$$Y_T = -0.094$$

Perhitungan curah hujan harian maksimum :

$$\begin{aligned} R_T &= 86.1 + \frac{15.55}{0.9496} (-0.094 - 0.4952) \\ &= 70.19 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### B. Intensitas Hujan dengan Rumus Mononobe

Nilai curah hujan harian maksimum hasil perhitungan diatas digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang jatuh ke atap bangunan. Rumus yang digunakan dalam perhitungan intensitas adalah persamaan mononobe (persamaan 3.15)

Kemudian menghitung lamanya hujan, yaitu waktu yang diperlukan air dari atap bangunan untuk sampai ke perpipaan air hujan. Rumus perhitungan  $T_c$  (persamaan 3.16)

Contoh perhitungan:

Bangunan Blok A segmen a1-a2 (gambar 5.14)

Tinggi atap = 6 m



Panjang Atap = 48 m

Lebar Atap = 20 m

$$\begin{aligned}\text{Lebar atap posisi miring} &= \sqrt{\text{tinggi atap}^2 + \left(\frac{\text{lebar atap}}{2}\right)^2} \\ &= \sqrt{6^2 \text{ m}^2 + \left(\frac{20 \text{ m}}{2}\right)^2} = 12 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Menentukan slope atap} &= \frac{\text{tinggi atap}}{\frac{\text{lebar atap}}{2}} \\ &= \frac{6 \text{ m}}{\frac{20}{2} \text{ m}} = 0.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Menentukan } T_c &= 0.0195 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77} \\ &= 0.0195 \times \left(\frac{12 \text{ m}}{\sqrt{0.6}}\right)^{0.77} \\ &= 0.16 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Menentukan } I &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3} \\ &= \frac{70.19}{24} \times \left(\frac{24}{0.16}\right)^{2/3} \\ &= 63.30 \text{ mm/jam}\end{aligned}$$

Pada tabel 5.16 tercantum intensitas hujan masing-masing segmen untuk bangunan tiap blok.

Tabel 5.16 Intensitas hujan untuk tiap blok

Gedung	Segmen	Lo (m)	R (mm)	n	So	T <sub>c</sub> (menit)	I (mm/jam)
A	a1-a2	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30
	a3-a4	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30
B	b1-b2	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30
	b3-b4	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30
C	c1-c2	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30
	c3-c4	20	70.19	0.01	0.6	0.24	63.30

### 5.5.4 Perpipaan Air Hujan

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya belum memiliki perpipaan air hujan, sehingga akan dilakukan

perencanaan sistem penyaluran air hujan. Kondisi eksisting tersebut dapat dilihat pada gambar 5.15. Pada perencanaan sistem perpipaian air hujan akan dirancang pipa talang (pipa datar) dan pipa tegak dengan acuan SNI 8153-2015.



Gambar 5.15 Kondisi eksisting perpipaian air hujan

#### A. Talang Horizontal

Faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan dimensi talang horizontal atap adalah nilai intensitas hujan dan luasan atap. Semakin besar intensitas hujan dan luasan atap maka semakin besar pula dimensi talang horizontal karena beban air hujan yang harus dialirkan juga semakin besar. Penentuan diameter talang horizontal berdasarkan pada tabel 3.11 dengan kemiringan sebesar 4% .Pada tabel 5.17 tercantum dimensi talang horizontal atap yang direncanakan.

Tabel 5.17 Pipa talang atap direncanakan

Gedung	Segmen	I (mm/jam)	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Kemiringan talang horizontal	Diameter talang (inci)	Panjang talang (m)
A	a1-a2	63.30	960	4%	5	48
	a3-a4	63.30	960	4%	5	48
B	b1-b2	63.30	800	4%	5	40

Gedung	Segmen	I (mm/jam)	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Kemiringan talang horizontal	Diameter talang (inci)	Panjang talang (m)
	b3-b4	63.30	800	4%	5	40
C	c1-c2	63.30	960	4%	5	48
	c3-c4	63.30	960	4%	5	48

## B. Pipa Tegak

Faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan dimensi pipa tegak adalah nilai intensitas hujan dan luasan atap. Semakin besar intensitas hujan dan luasan atap maka semakin besar pula dimensi pipa tegak karena beban air hujan yang harus dialirkan juga semakin besar. Pada tabel 5.17 tercantum dimensi pipa horizontal atap yang direncanakan. Penentuan diameter pipa tegak berdasarkan pada tabel 3.12. Pada tabel 5.18 tercantum dimensi pipa tegak air hujan yang direncanakan. Isometri perpipaan air hujan dapat dilihat pada lampiran E.

Tabel 5.18 Pipa tegak air hujan direncanakan

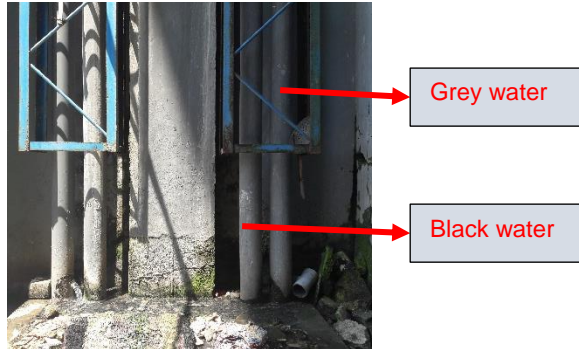
Gedung	Segmen	I (mm/jam)	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Diameter pipa (inci)	Panjang pipa (m)	Jumlah pipa
A	a1-a2	63.30	960	4	17.5	5
	a3-a4	63.30	960	4	17.5	5
B	b1-b2	63.30	800	4	17.5	5
	b3-b4	63.30	800	4	17.5	5
C	c1-c2	63.30	960	4	17.5	5
	c3-c4	63.30	960	4	17.5	5

## 5.6. Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah

Evaluasi instalasi pengolahan air limbah dilakukan dari mengevaluasi keadaan fisik tanki septik dan sumur resapan, kapasitas tangki septik, hingga merancang ABR (*Anaerobic Baffle Reactor*)

### 5.6.1 Kondisi Umum

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya membagi 2 saluran air buangan, yaitu untuk *black water* dari WC ke tangki septik dan *grey water* dari dapur dan floor drain ke saluran lingkungan. Shaft pipa buangan dapat dilihat pada gambar 5.16



Gambar 5.16 Shaft pipa air buangan

Jumlah tangki septik sebanyak 12 buah dengan kapasitas tiap tangki septik sebesar 20 m<sup>3</sup>. Tangki septik tersebut juga dilengkapi dengan sumur resapan. Tangki septik dan sumur resapan eksisting dapat dilihat pada gambar 5.17 dan 5.18.



Gambar 5.17 Tangki septik eksisting



Gambar 5.18 Sumur resapan eksisting

Berdasarkan SNI 03-2398-2002 setiap tangki septik harus memiliki pipa vent berdiameter 50 mm. Dari gambar 5.17 dapat

dilihat bahwa tangki septik tersebut tidak memiliki pipa vent berbentuk T, akibatnya gas metan yang dihasilkan dari proses anaerobik menjadi terperangkap pada tangki septik. Begitu pula dengan sumur resapan pada gambar 5.18, terlihat sudah dipenuhi dengan lumpur, dimungkinkan lumpur tersebut keluar dari tangki septik yang terhubung dengan sumur resapan.

*Grey water* dari dapur dan *floor drain* menuju ke saluran lingkungan tidak dilakukan pengolahan, namun langsung dibuang saluran drainase menuju ke Sungai Surabaya diarah selatan. Keadaan eksisting saluran lingkungan dapat dilihat pada gambar 5.19



Gambar 5.19 Saluran lingkungan eksisting

### 5.6.2 Kapasitas Tanki Septik

Jumlah tangki septik sebanyak 12 buah dengan kapasitas tiap tangki septik sebesar  $20 \text{ m}^3$  dengan dimensi  $4 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 2.2 \text{ m}$ . Setiap tangki septik menerima beban *black water* maksimum dari 25 unit. Letak tangki septik dapat dilihat pada gambar 5.20.

Berdasarkan perhitungan kapasitas tangki septik adalah :

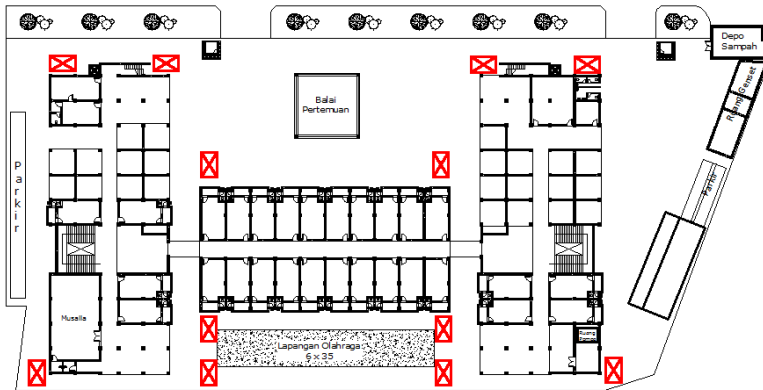
$$\begin{aligned}\text{Debit air bersih} &= 170 \text{ Liter/orang.hari} \\ \text{Debit air limbah} &= \text{Debit air bersih} \times 80\% \\ &= 170 \text{ Liter/orang.hari} \times 80\% \\ &= 136 \text{ Liter/orang.hari}\end{aligned}$$

Debit puncak air limbah dapat diketahui melalui nilai faktor puncak yang dihitung berdasarkan persamaan 3.18. Perhitungan faktor puncak adalah sebagai berikut:

Jumlah penghuni rumah susun (P) = 1350 orang (1340 penghuni dan 10 orang pegawai UPT)

$$f_p = \frac{18 + P^{0.5}}{4 + P^{0.5}}$$

$$f_p = \frac{18 + 1350^{0.5}}{4 + 1350^{0.5}} = 1.35$$



Gambar 5.20 Letak Tangki Septik

Persentase debit *black water* diasumsikan dengan referensi terbaru pada tabel 3.13, yaitu sebesar 20% dari debit air limbah. Maka debit *black water* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Debit black water} &= \text{Debit air limbah} \times 20\% \\ &= 136 \text{ Liter/orang.hari} \times 20\% \\ &= 27.2 \text{ Liter/orang.hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{peak black water}} &= \text{Debit black water} \times f_p \\ &= 27.2 \text{ Liter/orang.hari} \times 1.35 \\ &= 36.72 \text{ Liter/orang.hari} \end{aligned}$$

Maka debit *black water* yang masuk ke tiap tangki septik adalah:

$$\text{Jumlah Unit pelayanan} = 25 \text{ unit}$$

$$\text{Jumlah penghuni} = 25 \text{ unit} \times 5 \text{ orang} = 125 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit total black water} &= \text{Debit black water} \times \text{jumlah orang} \\ &= 36.72 \text{ Liter/orang.hari} \times 125 \text{ orang} \\ &= 4590 \text{ Liter/hari} \end{aligned}$$

$$= 4.59 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kemudian adalah menghitung volume lumpur terproduksi dengan cara:

$$V_{\text{Lumpur}} = P \times N \times S$$

Dimana :

$V_{\text{Lumpur}}$  = Volume lumpur (Liter)

P = Jumlah penduduk terlayani (orang)

N = Waktu pengurasan (tahun)

S = Jumlah produksi lumpur per tahun (L/org.tahun)

Jika tangki septik hanya untuk black water saja, maka jumlah produksi lumpur adalah 25 L/orang.tahun (*Sanitation Improvement Programs*, 1987).

UPT Pengelola Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya biasanya melakukan pengurasan lumpur setiap 3 tahun sekali. Maka volume lumpur adalah:

$$V_{\text{Lumpur}} = P \times N \times S$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Lumpur}} &= 125 \text{ orang} \times 3 \text{ tahun} \times 25 \text{ L/orang.tahun} \\ &= 9375 \text{ Liter} \quad \sim 9.38 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka tinggi lumpur adalah:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi lumpur} &= \frac{V_{\text{Lumpur}}}{(\text{lebar} \times \text{panjang bawah})\text{tangki septik}} \\ &= \frac{9.38 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m} \times 3.05 \text{ m}} \\ &= 1.23 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi total tangki septik adalah 2.2 meter, tinggi pipa inlet pada ketinggian 1.9 meter dan tinggi pipa outlet pada ketinggian 1.8 meter sedangkan tinggi lumpur 1.23 meter (melebihi dari sepertiga tinggi total air) sehingga waktu pengurasan setiap 3 tahun dirasa tidak efektif sehingga jangka waktu pengurasan dikurangi menjadi setiap 2 tahun sekali. Maka perhitungan volume lumpur adalah:

$$V_{\text{Lumpur}} = P \times N \times S$$

$$\begin{aligned} V_{\text{Lumpur}} &= 125 \text{ orang} \times 2 \text{ tahun} \times 25 \text{ L/orang.tahun} \\ &= 6250 \text{ Liter} \quad \sim 6.25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka tinggi lumpur adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi lumpur} &= \frac{V_{\text{Lumpur}}}{(\text{lebar} \times \text{panjang bawah}) \text{tangki septik}} \\
 &= \frac{6.25 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m} \times 3.05 \text{ m}} \\
 &= 0.82 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Bila pengurasan lumpur dilakukan setiap 2 tahun sekali, maka tinggi lumpur 0.82 m (lebih sedikit dari sepertiga tinggi total air) sehingga waktu pengurasan setiap 2 tahun dirasa sangat efektif. Detail tangki septik dapat dilihat pada lampiran F.

### 5.6.3 Perencanaan Pengolahan Air Limbah

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya hanya black water yang dilakukan pengolahan secara sederhana di tangki septik, sedangkan grey water tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut dan akan mengakibatkan pencemaran badan air yaitu Sungai Surabaya diarah selatan. Berikut adalah hasil sampling terhadap grey water pada ujung saluran lingkungan. Sampling dilakukan pada pukul 06.30 WIB.

Menurut hasil survei menggunakan kuisioner pada waktu tersebut banyak penghuni rumah susun telah selesai menggunakan air untuk melakukan aktivitas kerja, sehingga pengambilan sampel tersebut dianggap representatif. Sampel tersebut kemudian langsung dianalisa di laboratorium untuk menghindari perubahan karakteristik pada sampel tersebut. Karakteristik grey water dapat dilihat pada tabel 5.19

Tabel 5.19 Karakteristik grey water Rumah Susun Gunungsari

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik	Hasil Analisa
1	pH	-	6-9	6.95
2	TSS	mg/L	50	124.00
3	COD	mg/L O <sub>2</sub>	50	114.00
4	BOD	mg/L O <sub>2</sub>	30	68.00
5	Minyak & Lemak	mg/L	10	8.00

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium



Dari karakteristik tersebut, dipilih instalasi-instalasi pengolahan air limbah yang tepat yaitu *grease trap* dan *aerobic baffle reactor*. *Grease trap* dipilih karena mampu mengurangi kadar polutan minyak dan lemak pada air secara efektif, sedangkan *Aerobic baffle reactor* dipilih karena efisiensi pengolahan limbah yang tinggi, lahan yang dibutuhkan sedikit mengingat lahan pada Rumah Susun Gunungsari juga sudah mulai terbatas dan biaya pembangunan yang murah.

Berikut adalah skema pengolahan air limbah di Rumah Susun Gunungsari dapat dilihat pada gambar 5.21.



Gambar 5.21 Skema pengolahan air limbah

Baku mutu yang digunakan dalam perencanaan instalasi pengolahan air limbah pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya mengacu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

#### 5.6.4 Rancangan Grease Trap

Unit *grease trap* digunakan untuk mengolah *grey water* dari seluruh unit pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan *grease trap*:

##### Influen

Debit grey water	= Debit air limbah x 80%
	= 136 Liter/orang.hari x 80%
	= 108.8 Liter/orang.hari
$Q_{\text{peak}}$ grey water	= Debit black water x $f_p$
	= 108.8 Liter/orang.hari x 1.35
	= 146.88 Liter/orang.hari
Jumlah penghuni	= 1350 orang
$Q_{\text{total}}$ grey water	= $Q_{\text{peak}}$ grey water x jumlah penghuni

$$= 146.88 \text{ Liter/orang.hari} \times 1350 \text{ orang}$$

$$= 198288 \text{ L/hari} \sim 198.29 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Konsentrasi minyak dan lemak} = 8.00 \text{ mg/L}$$

$$\text{Beban minyak dan lemak} = Q_{\text{total}} \times \text{konsentrasi minyak}$$

$$= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \times 8 \text{ mg/L}$$

$$= 1.59 \text{ Kg/hari}$$

### Dimensi Kompartemen

$$\text{Jumlah kompartemen} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{Waktu detensi (td)} = 15 \text{ menit (rencana)}$$

$$\text{Volume GT} = Q_{\text{total}} \times t_d$$

$$= (198.29 \text{ m}^3/\text{hari} : 1440 \text{ menit/jam}) \times 15 \text{ menit}$$

$$= 2.1 \text{ m}^3$$

$$\text{Kedalaman efektif} = 1 \text{ m (rencana)}$$

$$\text{Freeboard} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman total} = 1 \text{ m} + 0.3 \text{ m} = 1.3 \text{ m}$$

$$\text{A surface} = \text{Volume} : \text{H efektif}$$

$$= 2.1 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 2.1 \text{ m}^2$$

$$\text{P} : \text{L} = 2 : 1$$

$$\text{Lebar} = \sqrt{\frac{A_{\text{surface}}}{2}} = \sqrt{\frac{2.1}{2}} = 1.02 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = \text{A surface} : \text{Lebar}$$

$$= 2.1 \text{ m}^2 : 1 \text{ m} = 2.1 \text{ m}$$

Tebal dinding antara kompartemen yaitu 0.15 m

Panjang total grease trap adalah 4.35 m

### Efisiensi Penyisihan

$$\text{Persen penyisihan minyak} = 95\% \text{ (Wongthanate et al,2014)}$$

$$\text{Konsentrasi minyak tersisihkan} = \%R \times \text{konsentrasi minyak}$$

$$= 95\% \times 8 \text{ mg/L}$$

$$= 7.6 \text{ mg/L}$$

$$\text{Beban minyak tersisihkan} = \%R \times \text{beban minyak inlet}$$

$$= 95\% \times 1.59 \text{ Kg/hari}$$

$$= 1.51 \text{ Kg/hari}$$

$$\text{Densitas minyak} = 0.8 \text{ Kg/cm}^3 \text{ (Priyanka, 2012)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Endapan minyak} &= \text{Beban minyak/Densitas} \\
 &= 1.51 \text{ Kg/hari} / 0.8 \text{ Kg/cm}^3 \\
 &= 1.88 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

#### Efluen

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ef}} = Q_{\text{in}} &= 146.02 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Konsentrasi minyak eff} &= \text{Konsentrasi (Influen – tersisihkan)} \\
 &= 8 \text{ mg/L} - 7.6 \text{ mg/L} \\
 &= 0.4 \text{ mg/L} \\
 \text{Beban minyak eff} &= \text{Beban (influen – tersisihkan)} \\
 &= 1.59 \text{ Kg/hari} - 1.51 \text{ Kg/hari} \\
 &= 0.08 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

Pada unit *grease trap* tidak terjadi penyisihan BOD, COD, dan TSS yang signifikan, sehingga konsentrasi efluen *grease trap* dianggap sama dengan konsentrasi influennya. Detail *grease trap* dapat dilihat pada lampiran F.

### **5.6.5 Rancangan ABR**

Unit *Anaerobic Baffle Reactor* digunakan untuk mengolah *grey water* efluen dari unit *grease trap*. Berikut adalah perhitungan *Anaerobic Baffle Reactor* :

#### Influen Bak Pengendapan

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penghuni} &= 1350 \text{ orang} \\
 Q_{\text{total grey water}} &= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD}_{\text{in}} &= 68 \text{ mg/L} \\
 \text{COD}_{\text{in}} &= 114 \text{ mg/L} \\
 \text{TSS}_{\text{in}} &= 124 \text{ mg/L} \\
 \text{Minyak dan lemak} &= 0.4 \text{ mg/L} \\
 \\ 
 \text{MBOD}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{BOD}_{\text{in}} \\
 &= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \times 68 \text{ mg/L} \\
 &= 13.48 \text{ Kg/hari} \\
 \text{MCOD}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{COD}_{\text{in}} \\
 &= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \times 114 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 22.60 \text{ Kg/hari} \\
 \text{MTSS}_{\text{in}} &= Q_{\text{total}} \times \text{TSS}_{\text{in}} \\
 &= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \times 124 \text{ mg/L} \\
 &= 24.59 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

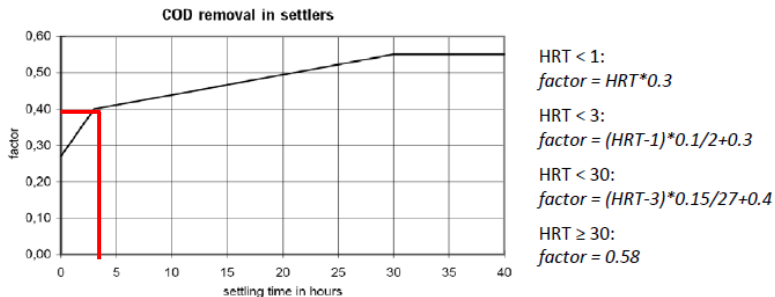
### Bak Pengendap

Efiseinsi Penyisihan bak pengendap

$$\text{SS/COD} = 0.42 \text{ (rencana) (0.35-0.45)}$$

$$\text{HRT} = 3 \text{ jam (rencana)}$$

Berdasarkan grafik pada grafik 5.7 dengan HRT 3 jam dapat diketahui bahwa faktor penyisihan COD pada bak pengendap sebesar 0.4

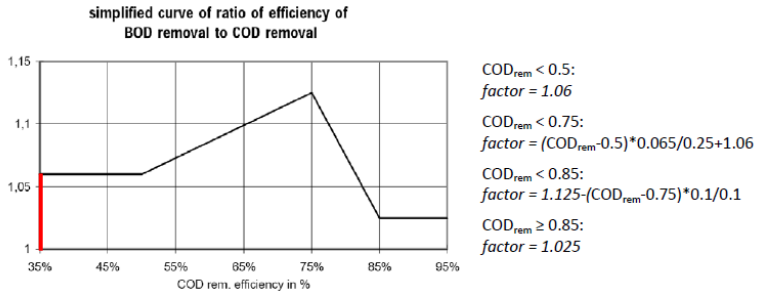


Grafik 5.7 Removal COD pada bak pengendap

Sumber : Sasse, 2009

$$\begin{aligned}
 \text{Penyisihan COD BP} &= \frac{\left(\frac{\text{SS}}{\text{COD}}\right) \times \text{Faktor penyisihan COD}}{0.6} \\
 &= \frac{(0.42) \times 0.4}{0.6} \\
 &= 28\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada grafik 5.8 dengan penyisihan COD sebesar 28% dapat diketahui bahwa faktor penyisihan BOD sebesar 1.06.

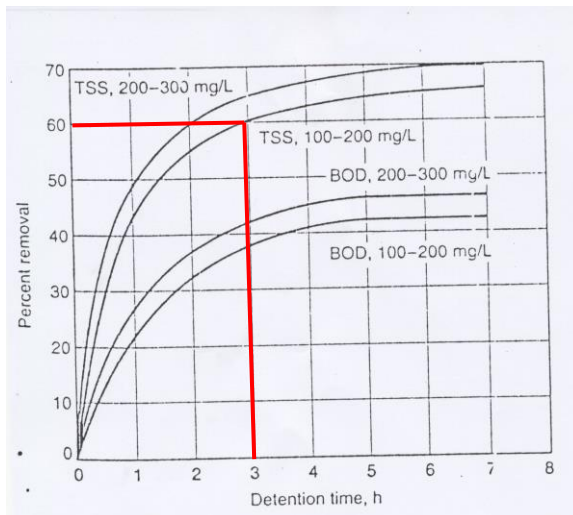


**Grafik 5.8 Rasio efisiensi removal BOD terhadap COD**

Sumber : Sasse, 2009

Penyisihan BOD BP = Penyisihan COD x faktor removal BOD  
 = 28% x 1.06  
 = 30%

Berdasarkan grafik pada grafik 5.9 dengan HRT 3 jam, dapat diketahui bahwa efiseinsi penyisihan TSS pada bak pengendap sebesar 60%.



**Grafik 5.9 Removal TSS terhadap HRT**

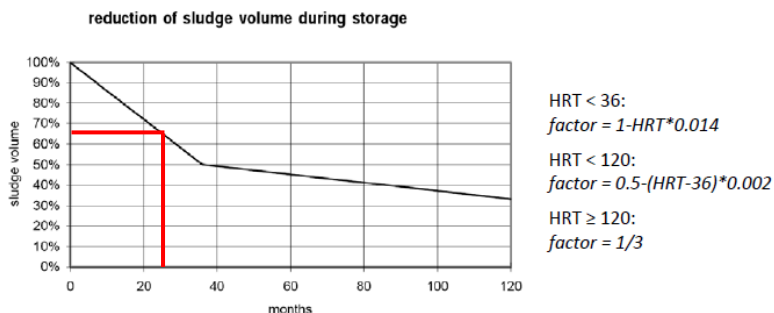
Sumber : Melcalf and Eddy, 2009

BOD tersisihkan	$= \text{Removal BOD} \times \text{BOD}_{\text{in}}$ $= 30\% \times 68 \text{ mg/L}$ $= 20.40 \text{ mg/L}$
MBOD tersisihkan	$= \text{Removal BOD} \times \text{MBOD}_{\text{in}}$ $= 30\% \times 13.48 \text{ Kg/hari}$ $= 4.05 \text{ Kg/hari}$
COD tersisihkan	$= \text{Removal COD} \times \text{COD}_{\text{in}}$ $= 28\% \times 114 \text{ mg/L}$ $= 31.92 \text{ mg/L}$
MCOD tersisihkan	$= \text{Removal COD} \times \text{MCOD}_{\text{in}}$ $= 28\% \times 22.60 \text{ Kg/hari}$ $= 6.33 \text{ Kg/hari}$
TSS tersisihkan	$= \text{Removal TSS} \times \text{TSS}_{\text{in}}$ $= 60\% \times 124 \text{ mg/L}$ $= 74.40 \text{ mg/L}$
MTSS tersisihkan	$= \text{Removal TSS} \times \text{MTSS}_{\text{in}}$ $= 60\% \times 24.59 \text{ Kg/hari}$ $= 14.75 \text{ Kg/hari}$

Lumpur yang dihasilkan bak pengendap

Periode pengurasan = 24 bulan (rencana)

Berdasarkan grafik pada grafik 5.10 dengan periode pengurasan 24 bulan, diperoleh volume lumpur removal sebanyak 66.4%



Grafik 5.10 Removal lumpur

Sumber : Sasse, 2009

Massa lumpur setelah stabilisasi

$$\begin{aligned} &= \text{MTSS removal} \times \text{Periode pengurasan} \times (100\% - \%R \text{ lumpur}) \\ &= (14.75 \text{ Kg/hari} \times (2 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}) \times (100\% - 66.4\%)) \\ &= 3618.5 \text{ Kg/hari} \end{aligned}$$

Densitas lumpur

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{Persentase lumpur} \times \text{p padatan}) + (\text{Persentase air} \times \text{p air})}{100\%} \\ &= \frac{(5\% \times 2.65) + (95\% \times 1)}{100\%} \\ &= 1.08 \text{ Kg/L} \end{aligned}$$

Volume lumpur

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Massa lumpur setelah stabilisasi}}{\text{Densitas lumpur}} \\ &= \frac{3618.5 \text{ Kg/hari}}{1.08 \text{ Kg/L}} \\ &= 3.35 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Dimensi bak pengendap

$$\begin{aligned} \text{Volume cairan} &= Q_{\text{total}} \times \text{HRT} \\ &= (198.29 \text{ m}^3/\text{hari} : 24 \text{ jam/hari}) \times 3 \text{ jam} \\ &= 24.79 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume BP} &= \text{Volume lumpur} + \text{volume cairan} \\ &= 3.35 \text{ m}^3 + 24.79 \text{ m}^3 \\ &= 28.14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kedalaman efektif} = 2.7 \text{ m}$$

$$\text{Freeboard} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman total} = 3.0 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 2.5 \text{ m (rencana)}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \frac{\text{Volume bak pengendap}}{\text{kedalaman efektif} \times \text{lebar}} \\ &= \frac{28.14 \text{ m}^3}{2.7 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}} \\ &= 4.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman lumpur} &= \frac{\text{Volume lumpur}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \\ &= \frac{3.35 \text{ m}^3}{4.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.32 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman cairan} &= \frac{\text{Volume cairan}}{\text{panjang} \times \text{lebar}} \\
 &= \frac{24.79 \text{ m}^3}{4.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}} \\
 &= 2.37 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### Effluen Bak Pengendapan

$$\begin{aligned}
 \text{BOD}_{\text{ef BP}} &= \text{BOD}_{\text{in}} - \text{BOD tersisihkan BP} \\
 &= 68 \text{ mg/L} - 20.40 \text{ mg/L} \\
 &= 47.60 \text{ mg/L} \\
 \text{MBOD}_{\text{ef BP}} &= \text{MBOD}_{\text{in}} - \text{MBOD tersisihkan BP} \\
 &= 13.48 \text{ Kg/hari} - 4.05 \text{ Kg/hari} \\
 &= 9.44 \text{ Kg/hari} \\
 \text{COD}_{\text{ef BP}} &= \text{COD}_{\text{in}} - \text{COD tersisihkan BP} \\
 &= 114 \text{ mg/L} - 31.92 \text{ mg/L} \\
 &= 82.08 \text{ mg/L} \\
 \text{MCOD}_{\text{ef BP}} &= \text{MCOD}_{\text{in}} - \text{MCOD tersisihkan BP} \\
 &= 22.60 \text{ Kg/hari} - 6.33 \text{ Kg/hari} \\
 &= 16.28 \text{ Kg/hari} \\
 \text{TSS}_{\text{ef BP}} &= \text{TSS}_{\text{in}} - \text{TSS tersisihkan BP} \\
 &= 124 \text{ mg/L} - 80.60 \text{ mg/L} \\
 &= 49.60 \text{ mg/L} \\
 \text{MTSS}_{\text{ef BP}} &= \text{MTSS}_{\text{in}} - \text{MTSS tersisihkan BP} \\
 &= 24.59 \text{ Kg/hari} - 15.98 \text{ Kg/hari} \\
 &= 9.84 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### Kompartemen

Dimensi kompartemen

$$\begin{aligned}
 \text{HLR} &= 22 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \text{ (**16.8 – 38.4 m}^3/\text{m}^2.\text{hari})} \\
 \text{A surface (As)} &= Q_{\text{tot}} : \text{HLR} \\
 &= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} : 22 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \\
 &= 9.01 \text{ m}^2 \\
 \text{Lebar} &= 2.5 \text{ m (rencana)} \\
 \text{Panjang kompartemen} &= \text{As} : \text{Lebar}
 \end{aligned}**$$

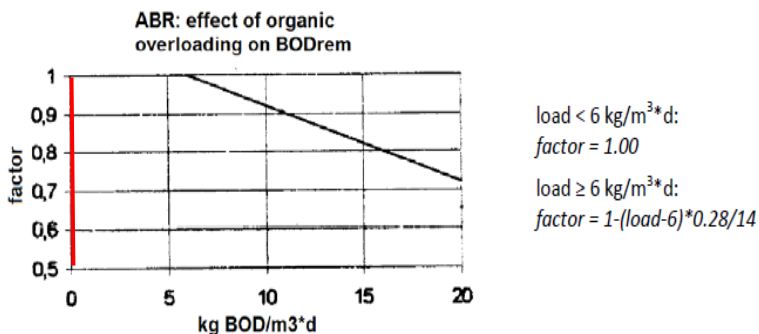


$$\begin{aligned}
&= 9.01 \text{ m}^2 : 2.5 \text{ m} \\
&= 3.7 \text{ m} \\
\text{Cek HLR} &= Q_{\text{tot}} : (\text{Lebar} \times \text{Panjang}) \\
&= 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} : (2.5 \text{ m} \times 3.7 \text{ m}) \\
&= 21.44 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \\
\text{Cek kecepatan up flow} &= \frac{Q_{\text{tot}}}{\text{Lebar} \times \text{Panjang}} : 24 \text{ jam/hari} \\
&= \frac{198.29 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m} \times 3.7 \text{ m}} : 24 \text{ jam/hari} \\
&= 0.89 \text{ m/jam} (< 2 \text{ m/jam, Sasse, 2009}) \\
&\quad (\text{OK}) \\
\text{HRT} &= 9 \text{ jam (rencana) } \mathbf{(6 - 20 \text{ jam})} \\
\text{H total} &= \text{HLR} \times \text{HRT} \\
&= 21.44 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hari} \times (9 \text{ jam} : 24 \text{ jam/hari}) \\
&= 8.04 \text{ m} \\
\text{H efektif} &= 2.7 \text{ m (rencana)} \\
\text{Jumlah kompartemen} &= \text{H total} : \text{H efektif} \\
&= 8.04 \text{ m} : 2.7 \text{ m} \\
&= 2.98 \sim 3 \text{ kompartemen} \\
\text{Cek OLR} &= \frac{Q_{\text{tot}} \times (\text{BOD}_{\text{Def BP}} : 1000)}{\text{Lebar} \times \text{panjang} \times \text{H efektif} \times \text{jumlah kompartemen}} \\
&= \frac{198.29 \text{ m}^3 \times (47.6 \text{ mg/L} : 1000)}{2.5 \text{ m} \times 3.7 \text{ m} \times 2.7 \text{ m} \times 3} \\
&= 0.13 \text{ Kg/m}^3.\text{hari} (\text{OK}) \\
\text{Cek HRT} &= \frac{\text{Lebar} \times \text{panjang} \times \text{H efektif} \times \text{jumlah kompartemen}}{Q_{\text{tot}}} \\
&= \frac{2.5 \text{ m} \times 3.7 \text{ m} \times 2.7 \text{ m} \times 3}{\frac{198.29 \text{ m}^3}{24 \text{ jam/hari}}} \\
&= 9.07 \text{ jam (OK)}
\end{aligned}$$

Efisiensi removal kompartemen

Temperatur = 25 °C

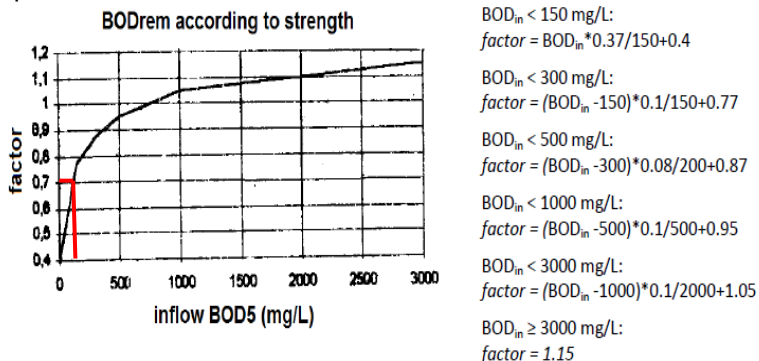
Berdasarkan grafik pada grafik 5.11 dengan OLR 0.2 Kg/m<sup>3</sup>.hari, maka faktor *overload* diperoleh sebesar 1.



Grafik 5.11 Faktor overload pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

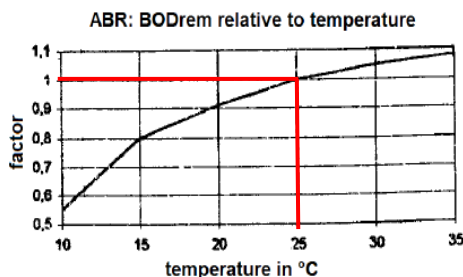
Berdasarkan grafik pada grafik 5.12 dengan konsentrasi BOD influen kompartemen sebesar 47.60 mg/L, maka faktor *strength* diperoleh sebesar 0.73.



Grafik 5.12 Faktor strength pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Berdasarkan grafik pada grafik 5.13 dengan temperatur sebesar 25°C, maka faktor temperatur diperoleh sebesar 1.



temp < 15 °C:  
 $factor = (temp-10)*0.25/5+0.55$

temp < 20 °C:  
 $factor = (temp-15)*0.11/5+0.8$

temp < 25 °C:  
 $factor = (temp-20)*0.09/5+0.91$

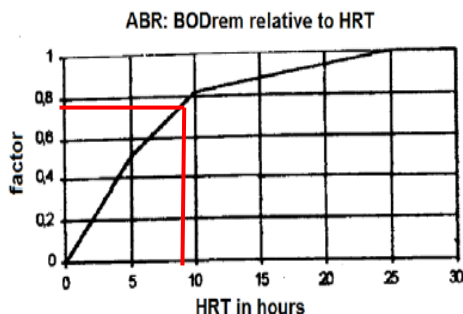
temp < 30 °C:  
 $factor = (temp-25)*0.05/5+1$

temp ≥ 30 °C:  
 $factor = (temp-30)*0.03/5+1.05$

Grafik 5.13 Faktor temperatur pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Berdasarkan grafik pada grafik 5.14 dengan HRT sebesar 9.07 jam, maka faktor HRT diperoleh sebesar 0.75.



HRT < 5h:  
 $factor = HRT*0.51/5$

HRT < 10h:  
 $factor = (HRT-5)*0.31/5+0.51$

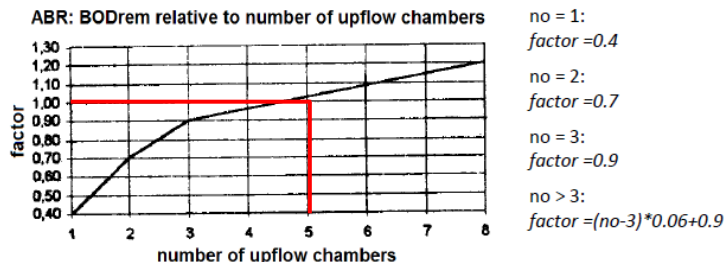
HRT < 25h:  
 $factor = (HRT-12)*0.18/15+0.82$

HRT ≥ 25h:  
 $factor = 1$

Grafik 5.14 Faktor HRT pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Berdasarkan grafik pada grafik 5.15 dengan jumlah total kompartemen sebanyak 3 kompartemen, maka faktor jumlah kompartemen diperoleh sebesar 0.9.



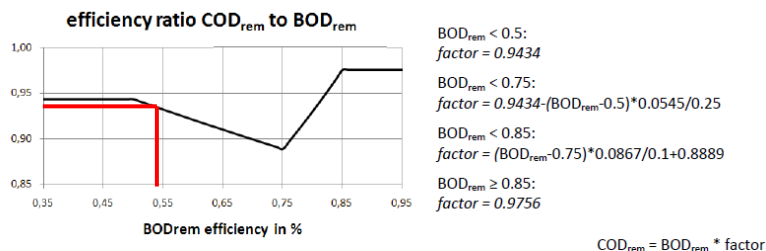
Grafik 5.15 Faktor jumlah kompartemen pada ABR

Sumber : Sasse, 2009

Removal BOD kompartemen

$$\begin{aligned}
 &= \text{Faktor overload} \times \text{faktor strength} \times \text{faktor temperatur} \times \text{faktor} \\
 &\quad \text{HRT} \times \text{faktor jumlah kompartemen} \\
 &= 1 \times 0.73 \times 1 \times 0.75 \times 0.9 \\
 &= 49\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada grafik 5.16 dengan removal BOD sebesar 49% diperoleh faktor penyisihan COD sebesar 0.95.



Grafik 5.16 Efisiensi removal BOD terhadap COD

Sumber : Sasse, 2009

Removal COD kompartemen

$$\begin{aligned}
 &= \text{Removal BOD} \times \text{faktor removal COD} \\
 &= 49\% \times 0.95 \\
 &= 46\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan grafik pada gambar 5.9 dengan HRT sebesar 9 jam, maka efisiensi removal TSS pada kompartemen sebesar 70%.

$$\begin{aligned}
 \text{BOD tersisihkan} &= \text{Removal BOD} \times \text{BOD}_{\text{ef BP}} \\
 &= 49\% \times 47.60 \text{ mg/L} \\
 &= 23.45 \text{ mg/L} \\
 \text{MBOD tersisihkan} &= \text{Removal BOD} \times \text{MBOD}_{\text{ef BP}} \\
 &= 49\% \times 9.44 \text{ Kg/hari} \\
 &= 4.65 \text{ Kg/hari} \\
 \text{COD tersisihkan} &= \text{Removal COD} \times \text{COD}_{\text{ef BP}} \\
 &= 46\% \times 82.08 \text{ mg/L} \\
 &= 38.16 \text{ mg/L} \\
 \text{MCOD tersisihkan} &= \text{Removal COD} \times \text{MCOD}_{\text{ef BP}} \\
 &= 46\% \times 16.28 \text{ Kg/hari} \\
 &= 7.57 \text{ Kg/hari} \\
 \text{TSS tersisihkan} &= \text{Removal TSS} \times \text{TSS}_{\text{ef BP}} \\
 &= 70\% \times 49.60 \text{ mg/L} \\
 &= 34.72 \text{ mg/L} \\
 \text{MTSS tersisihkan} &= \text{Removal TSS} \times \text{MTSS}_{\text{ef BP}} \\
 &= 70\% \times 9.84 \text{ Kg/hari} \\
 &= 6.88 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### Effluen ABR

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ef ABR}} &= Q_{\text{in ABR}} = 198.29 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{BOD}_{\text{ef ABR}} &= \text{BOD}_{\text{ef BP}} - \text{BOD tersisihkan kompartemen} \\
 &= 47.60 \text{ mg/L} - 23.45 \text{ mg/L} \\
 &= 24.15 \text{ mg/L} \\
 \text{MBOD}_{\text{ef ABR}} &= \text{MBOD}_{\text{ef BP}} - \text{MBOD tersisihkan kompartemen} \\
 &= 9.44 \text{ Kg/hari} - 4.65 \text{ Kg/hari} \\
 &= 4.79 \text{ Kg/hari} \\
 \text{COD}_{\text{ef ABR}} &= \text{COD}_{\text{ef BP}} - \text{COD tersisihkan kompartemen} \\
 &= 82.08 \text{ mg/L} - 38.16 \text{ mg/L} \\
 &= 43.92 \text{ mg/L} \\
 \text{MCOD}_{\text{ef ABR}} &= \text{MCOD}_{\text{ef BP}} - \text{MCOD tersisihkan kompartemen} \\
 &= 16.28 \text{ Kg/hari} - 7.57 \text{ Kg/hari} \\
 &= 8.71 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TSS}_{\text{ef ABR}} &= \text{TSS}_{\text{ef BP}} - \text{TSS tersisihkan kompartemen} \\
 &= 43.40 \text{ mg/L} - 34.72 \text{ mg/L} \\
 &= 14.88 \text{ mg/L} \\
 \text{MTSS}_{\text{ef ABR}} &= \text{MTSS}_{\text{ef BP}} - \text{MTSS tersisihkan kompartemen} \\
 &= 8.61 \text{ Kg/hari} - 6.88 \text{ Kg/hari} \\
 &= 2.95 \text{ Kg/hari}
 \end{aligned}$$

#### Dimensi Total ABR

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar ABR} &= 2.5 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman efektif} &= 2.7 \text{ m} \\
 \text{Freeboard} &= 0.3 \text{ m} \\
 \text{Panjang bak pengendap} &= 4.3 \text{ m} \\
 \text{Panjang tiap kompartemen} &= 3.7 \text{ m} \\
 \text{Tebal dinding tiap kompartemen} &= 0.15 \text{ m} \\
 \text{Jumlah kompartemen} &= 3 \text{ buah} \\
 \text{Panjang total kompartemen} &= 11.7 \text{ m} \\
 \text{Panjang total ABR} &= \text{Panjang (BP+kompartemen)} \\
 &= 4.3 \text{ m} + 11.7 \text{ m} \\
 &= 16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Rancangan *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) tersebut sudah dapat mengolah air limbah mencapai baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Effluen dari semua instalasi pengolahan air limbah dapat dilihat pada tabel 5.20.

**Tabel 5.20 Effluen air limbah seluruh instalasi pengolahan**

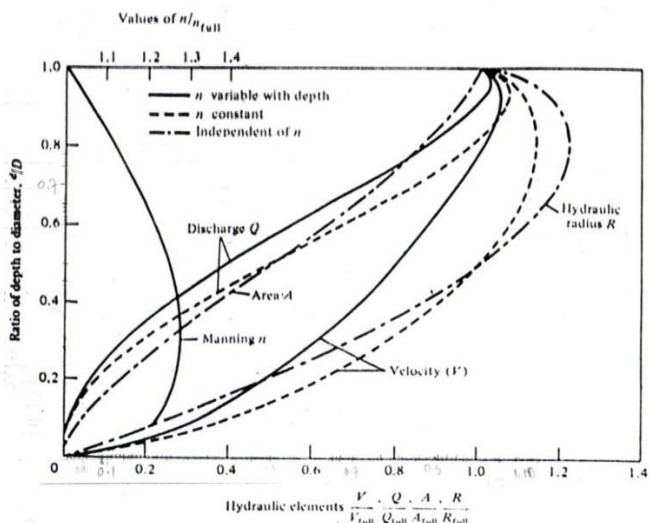
No	Parameter	Influen (mg/L)	Grease Trap		BP ABR		Kompartemen ABR		Baku Mutu
			%R	Efluen (mg/L)	%R	Efluen (mg/L)	%R	Efluen (mg/L)	
1	TSS	124.00	0%	124.00	60%	49.60	70%	14.88	50
2	COD	114.00	0%	114.00	28%	82.08	46%	43.92	50
3	BOD	68.00	0%	68.00	30%	47.60	49%	24.15	30
4	Minyak & Lemak	8.00	95%	0.40	0%	0.40	0%	0.40	10

### 5.6.6 Rancangan SPAL Grey Water

Sistem penyaluran air limbah direncanakan dari lantai dasar gedung rumah susun menuju ke unit pengolahan *grease trap* dan *anarobic baffle ractor*. Berikut adalah contoh perhitungan dari dimensi sistem penyaluran air limbah:

#### Contoh Perhitungan untuk pipa A – B

Q ave	= 0.000315 m <sup>3</sup> /s
Q peak	= 0.000425 m <sup>3</sup> /s
Elevasi awal	= +1.0
Elevasi akhir	= +1.0
Panjang pipa	= 45 m
Slope medan	= (1.0-1.0)/45 = 0
Slope pipa	= 0 (menggunakan slope pipa = 0.002)
Jumlah penduduk (P)	= 250 jiwa
Q minimum	= 0.2 x Q ave x ((P/1000) <sup>2</sup> )
	= 0.2 x 0.000315 x ((250/1000) <sup>2</sup> )
	= 0.00005 m <sup>3</sup> /s



Grafik 5.17 *Hydraulic Elements for Circular Sewer*

Sumber : Metcalf and Eddy

Nilai  $d/D$  rencana yaitu 0.6, maka berdasarkan grafik 5.17 diperoleh nilai  $Q_{\text{peak}} / Q_{\text{full}} = 0.85$ . Maka :

$$Q_{\text{full}} = Q_{\text{peak}} / (Q_{\text{peak}} / Q_{\text{full}}) \\ = 0.000425 \text{ m}^3/\text{detik} / 0.85 = 0.0005 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk pipa PVC,  $n = 0.009$ , maka :

$$Q = 0.3117 / n \times (D)^{8/3} \times S^{1/2} \\ 0.0005 = 0.3117 / 0.009 \times (D)^{8/3} \times (0.002^{1/2}) \\ D = 0.045 \text{ m} = 46 \text{ mm}$$

Diperoleh diameter pipa berdasarkan perhitungan yaitu 46 mm. Sedangkan diameter pipa minimum yaitu 100 mm. Maka digunakan pipa pasaran dengan diameter minimum yaitu 125 mm.

Setelah diperoleh diameter pipa, maka dilakukan perhitungan  $Q_{\text{full}}$  cek dengan diameter pipa yang digunakan.

$$Q = 0.3117 / n \times (D)^{8/3} \times S^{1/2} \\ Q = 0.3117 / 0.009 \times (0.125)^{8/3} \times (0.002)^{1/2} \\ Q_{\text{full}}' = 0.0069 \text{ m}^3/\text{detik} \\ V_{\text{full}}' = Q_{\text{full}}' / A_{\text{full}} \\ = 0.0069 / 0.25 \times \pi \times D_{\text{Pasar}} \\ = 0.0069 / 0.25 \times 3.14 \times 0.12 = 0.71 \text{ m/s} \\ Q_{\text{min}} / Q_{\text{full}} = (0.00005 \text{ m}^3/\text{detik}) / (0.0069 \text{ m}^3/\text{detik}) = 0.069$$

Syarat dimensi pipa air limbah adalah  $V_{\text{min}}$  dalam rentang 0.6-3 m/detik agar tidak terjadi pengendapan. Selain itu nilai  $D_{\text{min}}$  atau diameter basah yang dilewati air harus  $> \frac{1}{2}$  dari diameter pipa untuk menjaga agar padatan tetap terbawa oleh air dan tidak terjadi pengendapan. Namun dalam perencanaan sistem penyaluran air limbah dari rumah susun menuju unit pengolahan air limbah, kecepatan minimum 0.6 m/detik tidak harus dipenuhi. Hal tersebut terjadi karena adanya penggelontoran dari masing-masing unit pada alat-alat plambing saat debit puncak, sehingga kecepatan minimum dapat kurang dari 0.6 m/detik. Perhitungan dimensi pipa untuk masing-masing jalur dapat dilihat pada Tabel 5.21



Tabel 5.21 Perhitungan Dimensi Pipa Air Limbah

NO.	Jalur	Jumlah dilayani	Panjang Pipa	Jumlah Penduduk	Elevasi Medan		Slope Medan	Slope Pipa	Q Average	fp	Q Peak
			(m)	(Jiwa)	Awal	Akhir			(m3/s)		(m3/s)
1	A - B	50	45	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
2	B - C	50	22	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
3	C - F	50	5	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
4	D - E	20	14	100	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000126	1.35	0.000170
5	X - E	25	24	125	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000157	1.35	0.000213
6	E - F	75	27	375	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000472	1.35	0.000638
7	F - P	125	13	625	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000787	1.35	0.001063
8	G - H	50	45	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
9	H - I	50	22	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
10	I - L	50	5	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
11	J - K	20	14	100	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000126	1.35	0.000170
12	X - K	25	24	125	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000157	1.35	0.000213
13	K - L	75	27	375	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000472	1.35	0.000638
14	L - P	125	35	625	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000787	1.35	0.001063
15	M - N	10	6	50	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000063	1.35	0.000085
16	O - N	40	28	200	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000252	1.35	0.000340
17	N - P	50	6	250	1.0	1.0	0.000	0.002	0.000315	1.35	0.000425
18	P - Q	300	5	1500	1.0	1.0	0.000	0.002	0.001889	1.35	0.002550
19	Q - IPAL	300	2	1500	1.0	1.0	0.000	0.002	0.001889	1.35	0.002550
<b>JUMLAH</b>		<b>300</b>	<b>369</b>	<b>1500</b>							<b>0.012665</b>

Jalur	d/D	Qpeak/Qfull	Q Full	n	D hitungan	D hitungan	D Pasaran	D Pasaran	Q Full'	V Full	Q min	Q min/ Q Full
			(m3/s)		(m)	(mm)	(mm)	(m)	(m3/s)			
A - B	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
B - C	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
C - F	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
D - E	0.6	0.85	0.0002	0.009	0.032	31.9	125	0.125	0.0069	0.071	0.00002	0.0023
X - E	0.6	0.85	0.0003	0.009	0.035	34.8	125	0.125	0.0069	0.071	0.00002	0.0030
E - F	0.6	0.85	0.0008	0.009	0.053	53.1	125	0.125	0.0069	0.071	0.00008	0.0112
F - P	0.6	0.85	0.0013	0.009	0.065	64.6	125	0.125	0.0069	0.071	0.00014	0.0206
G - H	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
H - I	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
I - L	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
J - K	0.6	0.85	0.0002	0.009	0.032	31.9	125	0.125	0.0069	0.071	0.00002	0.0023
X - K	0.6	0.85	0.0003	0.009	0.035	34.8	125	0.125	0.0069	0.071	0.00002	0.0030
K - L	0.6	0.85	0.0008	0.009	0.053	53.1	125	0.125	0.0069	0.071	0.00008	0.0112
L - P	0.6	0.85	0.0013	0.009	0.065	64.6	125	0.125	0.0069	0.071	0.00014	0.0206
M - N	0.6	0.85	0.0001	0.009	0.024	24.5	125	0.125	0.0069	0.071	0.00001	0.0010
O - N	0.6	0.85	0.0004	0.009	0.042	41.7	125	0.125	0.0069	0.071	0.00004	0.0053
N - P	0.6	0.85	0.0005	0.009	0.045	45.4	125	0.125	0.0069	0.071	0.00005	0.0069
P - Q	0.6	0.85	0.0030	0.009	0.090	90.5	125	0.125	0.0069	0.071	0.00041	0.0589
Q - IPAL	0.6	0.85	0.0030	0.009	0.090	90.5	125	0.125	0.0069	0.071	0.00041	0.0589

### 5.6.7 Penanaman SPAL Grey Water

Setelah diketahui dimensi pipa SPAL yang digunakan, maka dilakukan perhitungan penanaman pipa. Penanaman pipa mengikuti slope pipa yang telah ditetapkan sebelumnya. Berikut contoh perhitungan penanaman dari sistem penyaluran air limbah:

#### Contoh perhitungan untuk pipa A – B

Slope pipa A – B = 0.009

Muka Tanah

- Elevasi tanah awal (a) : 1.0 m
- Elevasi tanah akhir (b) : 1.0 m

Pipa 1 – 2

- Panjang pipa (L) : 45 m
- Slope pipa (S) : 0.002 m
- Diameter pipa : 125 mm = 0.125 m
- Kedalaman penanaman awal : 0 m

Elevasi awal pipa

$$\begin{aligned}\text{Elevasi atas} &= \text{Elevasi muka tanah awal} - \text{Kedalaman awal} \\ &= 1.0 - 0 = 1.0 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi bawah} &= \text{Elevasi atas awal pipa} - \text{diameter pipa} \\ &= 1.0 - 0.125 = 0.9 \text{ m}\end{aligned}$$

Elevasi akhir pipa

$$\begin{aligned}\text{Elevasi atas} &= \text{Elevasi atas awal pipa} - \Delta H \\ &= 1.0 - (45 \times 0.002) = 0.9 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Elevasi bawah} &= \text{Elevasi atas pipa akhir} - \text{diameter pipa} \\ &= 0.9 - 0.125 = 0.8 \text{ m}\end{aligned}$$

Kedalaman penanaman

$$\text{Kedalaman penanaman Akhir} = 1.0 - 0.8 = 0.2 \text{ m.}$$

Perhitungan kedalaman penanaman pipa dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Tabel 5.22 Perhitungan Penanaman Pipa Air Limbah

No	Jalur Pipa	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Slope Medan	Slope Medan	Slope Pipa	Diameter (m)	Headloss (m)	Elevasi pipa awal (m)		Elevasi pipa akhir (m)		Kedalaman Penanaman (m)	
			Awal	Akhir						Atas	Bawah	Atas	Bawah	Awal	Akhir
1	A - B	45	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.090	1.0	0.9	0.9	0.8	0.1	0.2
2	B - C	22	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.044	0.9	0.8	0.9	0.7	0.2	0.3
3	C - F	5	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.010	0.9	0.7	0.9	0.7	0.3	0.3
4	D - E	14	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.028	1.0	0.9	1.0	0.8	0.1	0.2
5	X - E	24	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.048	1.0	0.9	1.0	0.8	0.1	0.2
6	E - F	27	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.054	1.0	0.8	0.9	0.8	0.2	0.2
7	F - P	13	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.026	0.9	0.7	0.8	0.7	0.3	0.3
8	G - H	45	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.090	1.0	0.9	0.9	0.8	0.1	0.2
9	H - I	22	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.044	0.9	0.8	0.9	0.7	0.2	0.3
10	I - L	5	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.010	0.9	0.7	0.9	0.7	0.3	0.3
11	J - K	14	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.028	1.0	0.9	1.0	0.8	0.1	0.2
12	X - K	24	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.048	1.0	0.9	1.0	0.8	0.1	0.2
13	K - L	27	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.054	1.0	0.8	0.9	0.8	0.2	0.2
14	L - P	35	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.070	0.9	0.7	0.8	0.7	0.3	0.3
15	M - N	6	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.012	1.0	0.9	1.0	0.9	0.1	0.1
16	O - N	28	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.056	1.0	0.9	0.9	0.8	0.1	0.2
17	N - P	6	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.012	0.9	0.8	0.9	0.8	0.2	0.2
18	P - Q	5	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.010	0.8	0.7	0.8	0.7	0.3	0.3
19	Q - IPAL	2	1.0	1.0	0.00	0.00	0.002	0.125	0.004	0.8	0.7	0.8	0.7	0.3	0.4

### 5.7. Evaluasi Pengelolaan Sampah

Evaluasi pengelolaan sampah dilakukan mulai dari mengevaluasi kondisi eksisting pengelolaan sampah, analisis timbulan sampah, analisis komposisi sampah dan sistem pewadahan dan pengangkutan sampah.

#### 5.7.1 Kondisi Eksisting Pengelolaan Sampah

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, sistem pengelolaan sampah belum cukup baik. Hal ini dikarenakan pewadahan sampah yang disediakan tidak mencukupi daya tampung sehingga sampah berceceran. Pengangkutan sampah juga dilakukan sebanyak 2 hari sekali sehingga membuat sampah bertumpukan. Sampah yang dibuang oleh penghuni rumah susun juga tidak dilakukan pemilahan antara sampah yang dapat dikomposkan (*compostable*) dengan sampah yang tidak dapat dikomposkan (*non compostable*). Dari hasil kuisisioner yang telah disebar, banyak penghuni rumah susun tersebut mengeluh karena bau yang ditimbulkan dari sampah tersebut. Kondisi eksisting pengelolaan sampah dapat dilihat pada gambar 5.21.



Gambar 5.21 Kondisi eksisting pengelolaan sampah



Gambar 5.22 Pintu shaft sampah

Terdapat 2 shaft sampah di Rumah Susun Gunungsari yaitu pada blok A dan blok C. Penghuni yang berada di blok B dapat memilih membuang sampah melalui shaft yang terdekat. Shaft sampah dapat dilihat pada gambar 5.22. Pada dasar shaft sampah tersebut seharusnya diletakkan gerobak sampah berkapasitas 1 m<sup>3</sup> dengan dimensi 1.3 m x 0.9 m x 0.8 m. Kemudian sampah tersebut diangkut menuju ke TPS (Tempat Penampungan Sementara). Namun pada gambar 5.21 gerobak sampah tidak diletakkan pada dasar shaft sampah tersebut sehingga sampah menjadi berceceran.

### 5.7.2 Analisis Timbulan Sampah

Untuk mengetahui timbulan sampah perlu dilakukan sampling langsung pada Rumah Susun Gunungsari. Sampling dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan kuisioner atau dengan metode pengambilan dan pengukuran sampah menggunakan SNI 19-3694-1994. Kegiatan sampling dilakukan sebanyak 4 kali selama selang sehari, dikarenakan menyesuaikan dengan waktu pengangkutan sampah di rumah susun tersebut. Berikut adalah perhitungan timbulan sampah untuk 1 shaft:

Jumlah unit terlayani	= 134 unit
Jumlah penghuni	= 134 unit x 5 orang
	= 670 orang
Berat Total sampah	= 304 Kg/2 hari pengumpulan
	= 152 Kg/hari
Berat rata-rata sampah	= $\frac{152 \text{ Kg/hari}}{670 \text{ orang}}$
	= 0.23 Kg/orang.hari
Dimensi gerobak eksisting	= 1.3 m x 0.9 m x 0.8 m
Tinggi sampah digerobak	= 0.8 m
Volume sampah digerobak	= 0.9 m <sup>3</sup>
Berat sampah digerobak	= 137 Kg
Densitas sampah digerobak	= $\frac{137 \text{ Kg}}{0.9 \text{ m}^3}$
	= 152.23 kg/m <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Volume sampah total} &= \frac{304 \text{ Kg}}{152.23 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 1.99 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume sampah per orang} &= \frac{1.99 \text{ m}^3}{670 \text{ orang}} \\
 &= 0.0029 \text{ m}^3/\text{orang.hari} \\
 &= 2.9 \text{ L/orang.hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan diatas merupakan contoh perhitungan sampling hari ke 1. Hasil pengukuran timbulan sampah pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya dapat dilihat pada tabel 5.23.

Tabel 5.23 Hasil sampling timbulan sampah

Hari ke	1	3	5	7
Jumlah penduduk (orang)	670	670	670	670
Berat total sampah (Kg/hari)	152	148	184	159
Volume sampah digerobak (m <sup>3</sup> )	0.9	0.9	0.9	0.9
Berat sampah digerobak (Kg)	137	145	161	157
Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )	152.22	161.11	178.89	174.44
Volume sampah total (m <sup>3</sup> )	2	1.84	2.06	1.82
Volume sampah per orang (L/org.hari)	2.98	2.74	3.07	2.72
Volume sampah per orang (L/org.hari)	2.9			

Dari hasil sampling timbulan tersebut, volume sampah per orang selama 1 hari adalah 2.9 L/orang.hari. Hasil tersebut sudah mendekati dengan standar timbulan sampah untuk jenis kota metropolitan yaitu sebesar 3 L/orang.hari.

### 5.7.3 Analisis Komposisi Sampah

Setelah melakukan analisis timbulan sampah terhadap timbulan sampah maka dilakukan juga analisis komposisi sampah dengan memilah-milah sampah hasil kegiatan sampling. Sampah tersebut dipisahkan berdasarkan jenisnya. Komposisi sampah

yang dianalisis adalah sampah dapat dikomposkan (*compostable*) dan sampah tidak dapat dikomposkan (*non compostable*).

Sampah yang dapat dikomposkan yang dapat dikomposkan berupa daun, sayuran, sisa makanan dan sampah lainnya yang mudah membusuk. Sampah yang tidak dapat dikomposkan berupa plastik, kaca, kain, karet, dan logam. Komposisi sampah di Rumah Susun Gunungsari dapat dilihat pada tabel 5.24. Berikut adalah perhitungan komposisi dari sampah tersebut:

$$\begin{aligned} \text{Berat sampah dapat dikomposkan} &= 93 \text{ Kg} \\ \text{Berat sampah total} &= 152 \text{ Kg} \\ \text{Persentase sampah} &= \frac{93}{152} \times 100\% \\ &= 61.18 \% \end{aligned}$$

Tabel 5.24 Hasil sampling komposisi sampah

No	Jenis Sampah	% Komposisi sampah pada hari ke			
		1	3	5	7
1	Sisa makanan	61.18	66.46	71.43	63.52
2	Kertas	5.50	4.71	3.86	6.84
3	Plastik	15.13	9.22	10.64	12.58
4	Kaca	3.83	4.08	1.94	2.17
5	Kain	3.09	3.30	3.59	3.72
6	Karet	2.72	2.78	1.09	2.81
7	Diapers	4.70	5.03	2.68	3.19
8	Logam	3.78	4.26	2.74	4.62
9	Lainnya	0.07	0.16	2.03	0.54

#### 5.7.4 Pewadahan dan Pengangkutan Sampah

Pada Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya, sistem pewadahan berupa pewadahan sampah komunal dengan tiap



shaft sampah memiliki 1 gerobak dilantai dasarnya, hal ini untuk memudahkan pengangkutan langsung menuju TPS. Sistem tersebut sangat tepat, karena :

1. Sistem pengumpulan sampah lebih efisien, sehingga petugas sampah tidak harus naik ke tiap lantai ataupun penduduk tidak harus turun ke lantai dasar untuk mengumpulkan sampahnya.
2. Sistem pengumpulan sampah lebih cepat
3. Wadah tempat sampah dapat dibuat secara komunal sehingga mengurangi anggaran untuk pengadaan kotak sampah di tiap lantai.

Sampah yang ditampung dilantai dasar tidak dibedakan anatar sampah *compostable* dan *non compostable*, karena berdasarkan hasil survei pada grafik 5.5, penghuni sering tidak melakukan pemilahan sampah. Berdasarkan hasil analisis komposisi sampah juga menunjukkan sampah *compostable* sangat sedikit. Perhitungan kapasitas pewadahan sampah untuk blok A dan C adalah sebagai berikut:

#### Contoh Perhitungan Blok A

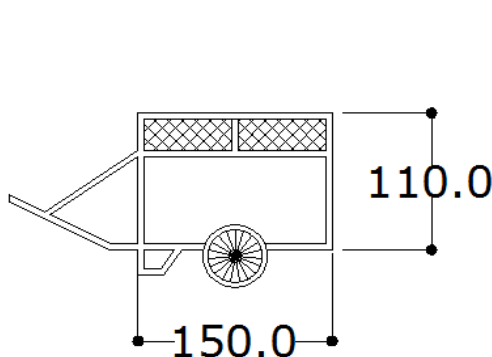
Jumlah unit terlayani	= 134 unit
Jumlah penghuni	= 134 unit x 5 orang = 670 orang
Volume timbulan	= 2.9 L/orang/hari
Volume sampah total	= jumlah penghuni x sampah tiap orang = 670 orang x 2.9 L/orang/hari = 1.93 m <sup>3</sup> /hari
Volume gerobak	= 1 m <sup>3</sup> (gerobak eksisting)
Selisih volume	= 0.93 m <sup>3</sup>

Berdasarkan perhitungan, kapasitas gerobak eksisting tidak mampu menampung sampah yang dihasilkan oleh penghuni blok A maupun blok C, sehingga untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengganti gerobak sampah. Spesifikasi gerobak yang baru adalah:

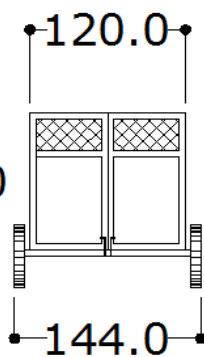
Panjang = 1.5 m

Lebar = 1.2 m  
 Tinggi = 1.1 m  
 Volume = 1.98 m<sup>3</sup>

Gerobak baru tersebut memiliki kapasitas sekitar 2 m<sup>3</sup>, hanya mampu menampung sampah sehari, sehingga waktu pengangkutan yang dilakukan pada tiap-tiap shaft sampah diubah dari 2 hari sekali menjadi 1 hari sekali. Gambar gerobak baru dapat dilihat pada gambar 5.23 dan 5.24.



Gambar 5.23 Tampak samping



Gambar 5.24 Tampak belakang

## 5.8. BOQ dan RAB

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah hasil perhitungan antara volume pekerjaan (BOQ) dengan harga satuan yang telah dikalikan dengan indeks yang sesuai dengan HSPK Kota Surabaya Tahun 2016 melalui penyesuaian dengan harga yang berlaku di pasar.

BOQ dan RAB hasil evaluasi berupa perluasan *ground reservoir*, pembangunan *grease trap* dan *anaerobic baffle reactor* (ABR) dan pemasangan perpipaan air hujan.

### 5.8.1 Bill of Quantity

Berikut adalah perhitungan untuk BOQ dari perluasan *ground reservoir*, pembangunan *grease trap* dan *anaerobic baffle reactor* (ABR) dan pemasangan perpipaan air hujan dan air limbah.

#### 1. Perluasan Ground Reservoir

Perluasan ground reservoir direncanakan berkapasitas 120 m<sup>3</sup> dan gambar rencana perluasan terdapat dilampiran F.

##### a. Pekerjaan Beton

- Volume lantai kerja K-100  
 $= (13.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}) + (2.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m} \times 0.1 \text{ m})$   
 $= 5.5 \text{ m}^3$
- Volume dinding beton K-300  
 $= 2 \times (14 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}) + 2 \times (3 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m})$   
 $+ 4 \times (0.9 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m})$   
 $= 19.8 \text{ m}^3$
- Volume pondasi beton K-300  
 $= (13.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}) + (2.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m} \times 0.2 \text{ m})$   
 $= 11 \text{ m}^3$
- Volume atap beton K-300  
 $= (16 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}) - (1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.2 \text{ m})$   
 $= 9.4 \text{ m}^3$
- Volume beton total  
 $= (5.5 + 19.8 + 11 + 9.6) \text{ m}^3$   
 $= 45.9 \text{ m}^3$

##### b. Pekerjaan Galian dan Urugan

- Perhitungan volume galian  
 $= 16 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$   
 $= 144 \text{ m}^3$
- Perhitungan luas pembongkaran paving  
 $= 16 \text{ m} \times 3 \text{ m}$   
 $= 48 \text{ m}^2$
- Perhitungan volume pemindahan tanah bekas galian  
 $= 144 \text{ m}^3$

##### c. Pekerjaan Keramik

- Perhitungan luas keramik dinding  
 $= 2 \times (14\text{m} \times 2.5\text{m}) + 2 \times (3\text{m} \times 3\text{m}) + 4 \times (0.9\text{m} \times 3\text{m})$   
 $= 98.8 \text{ m}^2$
- Perhitungan luas keramik lantai  
 $= (13.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m}) + (2.6 \text{ m} \times 3.4 \text{ m})$   
 $= 55 \text{ m}^2$
- d. Pekerjaan Lain-lain
  - Manhole plat besi = 2 buah
  - Tangga Monyet pipa besi diameter 2" = 2 buah
  - Pipa Hubung 4 inci GIP = 2 buah
  - Gate Valve Cast Iron = 2 buah

## 2. Pembangunan Grease Trap

- a. Pekerjaan Beton
  - Volume lantai kerja K-100  
 $= 4.4 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$   
 $= 0.44 \text{ m}^3$
  - Volume dinding beton K-300  
 $= 2 \times (4.4\text{m} \times 1.3\text{m} \times 0.15\text{m}) + 3 \times (1.0\text{m} \times 1.3\text{m} \times 0.15\text{m})$   
 $= 2.3 \text{ m}^3$
  - Volume pondasi beton K-300  
 $= 4.4 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$   
 $= 0.66 \text{ m}^3$
  - Volume atap beton K-300  
 $= (4.4\text{m} \times 1.0\text{m} \times 0.15\text{m}) - 2 \times (0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 0.15\text{m})$   
 $= 0.56 \text{ m}^3$
  - Volume beton total  
 $= (0.44 + 2.3 + 0.66 + 0.56) \text{ m}^3$   
 $= 3.96 \text{ m}^3$
- b. Pekerjaan Galian dan Urugan
  - Perhitungan volume galian  
 $= 4.75 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$   
 $= 9.1 \text{ m}^3$

- Perhitungan volume pemindahan tanah bekas galian  
=  $9.1 \text{ m}^3$

c. Pekerjaan Lain-lain

- Manhole plat besi = 2 buah
- Pipa inlet & outlet 5 inci = 2 buah
- Pipa Hubung 5 inci = 2 buah
- Tee 5 inci = 4 buah

3. Pembangunan Anaerobic Baffle Reactor

a. Pekerjaan Beton

- Volume lantai kerja K-100  
=  $16 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 0.1 \text{ m}$   
=  $4 \text{ m}^3$
- Volume dinding beton K-300  
=  $2 \times (16 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}) + 5 \times (2.5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 0.15 \text{ m})$   
=  $20.1 \text{ m}^3$
- Volume pondasi beton K-300  
=  $16 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}$   
=  $6 \text{ m}^3$
- Volume atap beton K-300  
=  $(16 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}) - 6 \times (0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.15 \text{ m})$   
=  $5.7 \text{ m}^3$
- Volume beton total  
=  $(4 + 20.1 + 6 + 5.7) \text{ m}^3$   
=  $35.8 \text{ m}^3$

b. Pekerjaan Galian dan Urugan

- Perhitungan volume galian  
=  $16.3 \text{ m} \times 2.8 \text{ m} \times 3.3 \text{ m}$   
=  $150.6 \text{ m}^3$
- Perhitungan volume pemindahan tanah bekas galian  
=  $150.6 \text{ m}^3$

- c. Pekerjaan Lain-lain
- Manhole plat besi = 6 buah
  - Pipa inlet & outlet 5 inci = 2 buah
  - Pipa Hubung 5 inci = 15 buah
  - Tee 5 inci = 30 buah
  - Pipa Vent 60 cm = 1 buah

4. Pemasangan Perpipaan Air Hujan

a. Talang Datar Persegi Ø 5 inci (Panjang 4 meter/lonjor)

- Blok A (2 segmen, 1 segmen = 48 meter)  

$$= \frac{48 \text{ m} \times 2}{4 \text{ m/lonjor}} = 24 \text{ lonjor}$$
- Blok B (2 segmen, 1 segmen = 40 meter)  

$$= \frac{40 \text{ m} \times 2}{4 \text{ m/lonjor}} = 20 \text{ lonjor}$$
- Blok C (2 segmen, 1 segmen = 48 meter)  

$$= \frac{48 \text{ m} \times 2}{4 \text{ m/lonjor}} = 24 \text{ lonjor}$$
- Total Kebutuhan Talang Datar = 68 lonjor

b. Penutup Talang Persegi

- Tiap Blok dibutuhkan 4 buah = 12 buah

c. Penggantung Talang (Dipasang tiap 5 meter)

- Blok A (2 segmen, 1 segmen = 48 meter)  

$$= \frac{48 \text{ m} \times 2}{5 \text{ m/buah}} = 20 \text{ buah}$$
- Blok B (2 segmen, 1 segmen = 40 meter)  

$$= \frac{40 \text{ m} \times 2}{5 \text{ m/buah}} = 16 \text{ buah}$$
- Blok C (2 segmen, 1 segmen = 48 meter)  

$$= \frac{48 \text{ m} \times 2}{5 \text{ m/buah}} = 20 \text{ buah}$$
- Total Penggantung Talang = 56 buah

d. Spacer (Dipasang dengan penggantung talang)

- Total Spacer = 56 buah

e. Corong Talang (Dipasang setiap pada pipa tegak)

- Blok A (10 pipa tegak) = 10 buah

- Blok B (10 pipa tegak) = 10 buah
  - Blok C (10 pipa tegak) = 10 buah
  - Total Corong Talang = 30 buah
- f. Pipa Tekuk 90° Ø 4 inci (2 buah setiap pada pipa tegak)
- Blok A (10 pipa tegak) = 20 buah
  - Blok B (10 pipa tegak) = 20 buah
  - Blok C (10 pipa tegak) = 20 buah
  - Total Pipa Tekuk 90° Ø 4 inci = 60 buah
- g. Pipa Tegak Ø 4 inci (Panjang 4 meter/lonjor)
- Blok A (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/lonjor}} = 40 \text{ lonjor}$$
  - Blok B (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/lonjor}} = 40 \text{ lonjor}$$
  - Blok C (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/lonjor}} = 40 \text{ lonjor}$$
  - Total Pipa Tegak Ø 4 inci = 120 buah
- h. Klem Pipa (Dipasang tiap 4 meter)
- Blok A (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/buah}} = 40 \text{ buah}$$
  - Blok B (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/buah}} = 40 \text{ buah}$$
  - Blok C (10 pipa tegak, 1 pipa tegak = 16 meter)  

$$= \frac{16 \text{ m} \times 10}{4 \text{ m/buah}} = 40 \text{ buah}$$
  - Total Klem Pipa = 120 buah
- i. Sepatu Pipa (Dipasang setiap dasar pada pipa tegak)
- Blok A (10 pipa tegak) = 10 buah
  - Blok B (10 pipa tegak) = 10 buah
  - Blok C (10 pipa tegak) = 10 buah
  - Total Sepatu Pipa = 30 buah

5. Perpipaan Air Limbah

a. Pipa Datar Jenis PVC Ø 5 inci (Panjang 6 meter/lonjor)

- Total Panjang Pipa = 369 m
- =  $\frac{369 \text{ m}}{6 \text{ m/buah}} = 68 \text{ buah}$

b. Pipa Tekuk 90° Ø 5 inci

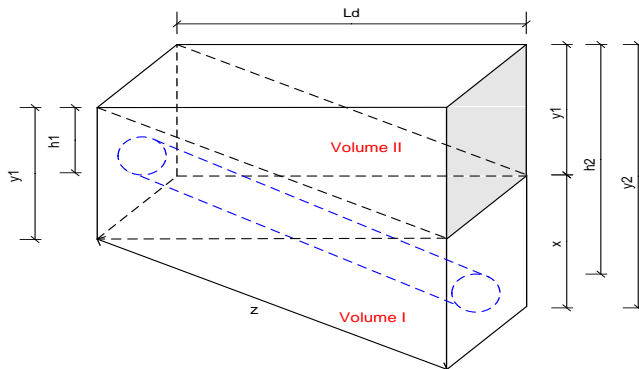
- Total Pipa Tekuk 90° Ø 5 inci = 8 buah

c. Pipa Bentuk T 5 inci

- Total Pipa Bentuk T 5 inci = 60 buah

6. Penanaman Pipa Air Limbah

Penanaman pipa air limbah direncanakan seperti pada gambar 5.25.



Gambar 5.25 Bentuk galian penanaman pipa air limbah

Perhitungan BOQ untuk galian pipa adalah sebagai berikut :

- $D$  = diameter pipa.
- $h$  = kedalaman penanaman pipa.
- $h_1$  = kedalaman penanaman pipa awal.
- $h_2$  = kedalaman penanaman pipa akhir.
- $y$  = kedalaman galian =  $h + D + c$ .



- $y_1$  = kedalaman galian awal.
- $y_2$  = kedalaman galian akhir.
- $X = y_2 - y_1, \quad z = ((y_1^2) + (L \text{ pipa}^2))^2$
- Vol. galian I =  $[(0.3 \times 2) + D] \times y_1 \times L_d$
- Vol. galian II =  $\frac{1}{2} [(0.3 \times 2) + D] \times X \times L_d$
- Vol. galian total = Vol. galian I + Vol. galian II
- Vol. pipa =  $\frac{1}{4} \pi D^2 \times L_d$
- Vol. urugan pasir =  $[D + (0.3 \times 2)] \times (b + D + c) \times L_d - \text{Vol. pipa}$
- Vol. Sisa Tanah = Vol. galian total – Vol. urugan pasir.

Contoh perhitungan BOQ galian pipa pada saluran A-B adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 D &= 125 \text{ mm} &&= 0.125 \text{ m} \\
 \text{Panjang saluran} &= L \text{ pipa} &&= 45 \text{ m} \\
 h_1 &&&= 0.1 \text{ m} \\
 h_2 &&&= 0.1 \text{ m} \\
 y_1 &= h_1 + D + c = 0.1 + 0.125 + 0.15 &&= 0.4 \text{ m} \\
 y_2 &= h_2 + D + c = 0.1 + 0.125 + 0.15 &&= 0.4 \text{ m} \\
 X &= y_2 - y_1 = 0.4 - 0.4 &&= 0.0 \text{ m} \\
 Z &= [(0.4^2) + (45^2)]^2 &&= 45 \text{ m} \\
 \text{Vol. galian I} &= [(0.3 \times 2) + 0.125] \times 0.4 \times 45 &&= 14 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. galian II} &= \frac{1}{2} [(0.3 \times 2) + 0.125] \times 0.0 \times 45 &&= 0 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. galian total} &= \text{Vol. galian I} + \text{Vol. galian II} \\
 &= 14 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3 \\
 &= 14 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume pipa} &= 0.25 \times 3.14 \times (0.125)^2 \times 45 &&= 0.6 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol. urugan pasir} &= [(0.125 + (0.3 \times 2)) \times (0.15 + 0.125 + 0.15) \times 45] - (0.6) \\
 &= 13.3 \text{ m}^3 \\
 \text{Vol Sisa Tanah} &= 14 \text{ m}^3 - 13.3 \text{ m}^3 \\
 &= 0.8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan BOQ galian dan urugan pipa pada pipa air limbah dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5.25 BOQ Galian dan Urugan Pipa Air Limbah

No	Jalur pipa	Panjang pipa (m)	D (m)	kedalaman		kedalaman galian		X	Z	Volume galian (m³)		Volume galian total (m³)	Volume pipa (m³)	Volume urugan pasir (m³)	Volume sisa tanah galian (m³)
				Awal h <sub>1</sub> (m)	Akhir h <sub>2</sub> (m)	Awal y <sub>1</sub> (m)	Akhir y <sub>2</sub> (m)			I	II				
1	A - B	45	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	45	14.0	0.1	14.1	0.6	13.3	0.8
2	B - C	22	0.13	0.1	0.1	0.40	0.41	0.00	22	7.0	0.0	7.0	0.3	4.5	2.5
3	C - F	5	0.13	0.1	0.1	0.41	0.41	0.00	5	2.0	0.0	2.0	0.1	1.0	1.0
4	D - E	14	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	14	5.0	0.0	5.0	0.2	2.9	2.1
5	X - E	24	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	24	7.0	0.0	7.0	0.3	4.9	2.1
6	E - F	27	0.13	0.1	0.1	0.40	0.41	0.00	27	8.0	0.0	8.0	0.3	5.5	2.5
7	F - P	13	0.13	0.1	0.2	0.41	0.46	0.05	13	4.0	0.2	4.2	0.2	2.7	1.6
8	G - H	45	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	45	14.0	0.1	14.1	0.6	9.2	4.8
9	H - I	22	0.13	0.1	0.1	0.40	0.41	0.00	22	7.0	0.0	7.0	0.3	4.5	2.5
10	I - L	5	0.13	0.1	0.1	0.41	0.41	0.00	5	2.0	0.0	2.0	0.1	1.0	1.0
11	J - K	14	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	14	5.0	0.0	5.0	0.2	2.9	2.1
12	X - K	24	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	24	7.0	0.0	7.0	0.3	4.9	2.1
13	K - L	27	0.13	0.1	0.1	0.40	0.41	0.00	27	8.0	0.0	8.0	0.3	5.5	2.5
14	L - P	35	0.13	0.1	0.3	0.41	0.55	0.14	35	11.0	1.8	12.8	0.4	7.2	5.6
15	M - N	6	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	6	2.0	0.0	2.0	0.1	1.2	0.8
16	O - N	28	0.13	0.1	0.1	0.40	0.40	0.00	28	9.0	0.0	9.0	0.3	5.7	3.3
17	N - P	6	0.13	0.1	0.2	0.40	0.50	0.10	6	2.0	0.2	2.2	0.1	1.2	1.0
17	P - Q	5	0.13	0.3	0.3	0.55	0.57	0.02	5	2.0	0.0	2.0	0.1	1.0	1.0
17	Q - IPAL	2	0.13	0.3	0.3	0.57	0.57	0.01	2	1.0	0.0	1.0	0.0	0.4	0.6
		369										119.6		79.8	39.8

### 5.8.2 Rencana Anggaran Biaya

Berikut adalah perhitungan untuk RAB dari perluasan *ground reservoir*, pembangunan *grease trap* dan *anaerobic baffle reactor* (ABR) dan pemasangan perpipaan air hujan dan air limbah yang berdasarkan HSPK Kota Surabaya Tahun 2016.

#### 1. Perluasan Ground Reservoir

Anggaran yang dibutuhkan untuk perluasan *ground reservoir* dapat dilihat pada tabel 5.26.

Tabel 5.26 RAB Perluasan Ground Reservoir

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga
<b>Pekerjaan Galian dan Urugan</b>					
1	Pembongkaran Paving dipakai kembali	48	m <sup>2</sup>	7,560.00	362,880.00
2	Galian Tanah	144	m <sup>3</sup>	26,276.00	3,783,744.00
3	Pemindahan Tanah Bekas Galian	144	m <sup>3</sup>	66,100.00	9,518,400.00
<b>Pekerjaan Beton</b>					
1	Lantai Kerja K-100	5.5	m <sup>3</sup>	923,032.00	5,076,676.00
2	Plat Alas Beton Bertulang K-300	11	m <sup>3</sup>	4,755,315.00	52,308,465.00
3	Plat Dinding Beton Bertulang K-300	19.8	m <sup>3</sup>	6,052,271.00	119,834,965.80
4	Plat Atap Beton Bertulang K-300	9.4	m <sup>3</sup>	5,882,415.00	55,294,701.00
<b>Pekerjaan Keramik</b>					
1	Keramik Dinding 30x30	98.8	m <sup>2</sup>	352,153.00	34,792,716.40
2	Keramik Lantai 30x30	55.0	m <sup>2</sup>	318,155.00	17,498,525.00
<b>Pekerjaan Lain-lain</b>					
1	Manhole plat besi 100x100	2	bh	650,000.00	1,300,000.00
2	Tangga Monyet pipa besi diameter 2"	2	bh	430,000.00	860,000.00
3	Pipa Hubung 4 inci GIP	2	bh	1,114,000.00	2,228,000.00
4	Gate Valve Cast Iron	2	bh	1,577,500.00	3,155,000.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>					306,014,073.20

## 2. Pembangunan Grease Trap

Anggaran yang dibutuhkan untuk pembangunan grease trap dapat dilihat pada tabel 5.27.

**Tabel 5.27 RAB Pembangunan Grease Trap**

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Harga
<b>Pekerjaan Galian dan Urugan</b>					
1	Galian Tanah	9.1	m <sup>3</sup>	26,276.00	239,111.60
2	Pemindahan Tanah Bekas Galian	9.1	m <sup>3</sup>	66,100.00	601,510.00
<b>Pekerjaan Beton</b>					
1	Lantai Kerja K-100	0.44	m <sup>3</sup>	923,032.00	406,134.08
2	Plat Alas Beton Bertulang K-300	0.66	m <sup>3</sup>	4,755,315.00	3,138,507.90
3	Plat Dinding Beton Bertulang K-300	2.3	m <sup>3</sup>	6,052,271.00	13,920,223.30
4	Plat Atap Beton Bertulang K-300	0.56	m <sup>3</sup>	5,882,415.00	3,294,152.40
<b>Pekerjaan Lain-lain</b>					
1	Manhole plat besi 60x60	2	bh	580,000.00	1,160,000.00
2	Pipa Inlet & Outlet 5 inci	2	bh	319,120.00	638,240.00
3	Pipa Hubung 5 inci	2	bh	319,120.00	638,240.00
4	Tee 5 Inchi	4	bh	52,220.00	208,880.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>					24,244,999.28

## 3. Pembangunan Anaerobic Baffle Reactor

Anggaran yang dibutuhkan untuk pembangunan anaerobic baffle reactor dapat dilihat pada tabel 5.28.

**Tabel 5.28 RAB Pembangunan Anaerobic Baffle Reactor**

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Harga
<b>Pekerjaan Galian dan Urugan</b>					
1	Galian Tanah	150.6	m <sup>3</sup>	26,276.00	3,957,165.60
2	Pemindahan Tanah Bekas Galian	150.6	m <sup>3</sup>	66,100.00	9,954,660.00

N o	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat uan	Harga Satuan	Harga
<b>Pekerjaan Beton</b>					
1	Lantai Kerja K-100	4	m <sup>3</sup>	923,032.00	3,692,128.00
2	Plat Alas Beton Bertulang K-300	6	m <sup>3</sup>	4,755,315.00	28,531,890.00
3	Plat Dinding Beton Bertulang K-300	20.1	m <sup>3</sup>	6,052,271.00	121,650,647.10
4	Plat Atap Beton Bertulang K-300	5.7	m <sup>3</sup>	5,882,415.00	33,529,765.50
<b>Pekerjaan Lain-lain</b>					
1	Manhole plat besi 60x60	6	bh	580,000.00	3,480,000.00
2	Pipa Inlet & Outlet 5 inci	2	bh	319,120.00	638,240.00
3	Pipa Hubung 5 inci	15	bh	319,120.00	4,786,800.00
4	Tee 5 Inci	30	bh	52,220.00	1,566,600.00
5	Pipa Vent 60 cm	1	bh	180,000.00	180,000.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>					211,967,896.20

#### 4. Pemasangan Perpipaan Air Hujan

Anggaran yang dibutuhkan untuk pemasangan perpipaan air hujan dapat dilihat pada tabel 5.29.

Tabel 5.29 RAB Pemasangan Perpipaan Air Hujan

N o	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat uan	Harga Satuan	Harga
<b>Pekerjaan Pemasangan Pipa Talang Air Hujan</b>					
1	Talang Datar Persegi Ø 5 inci PVC	68	bh	202,245.00	13,752,660.00
<b>Pekerjaan Pemasangan Pipa Tegak Air Hujan</b>					
1	Pipa Tegak Ø 4 inci PVC	120	bh	165,245.00	19,829,400.00
<b>Pekerjaan Lain-lain (Asesoris Pipa Lainnya)</b>					
1	Penutup Talang Persegi	12	bh	95,000.00	1,140,000.00
2	Corong Talang	30	bh	95,000.00	2,850,000.00
3	Pipa Tekuk 45° Ø 4 inci	60	bh	100,000.00	6,000,000.00

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Harga
4	Corong Talang	30	bh	95,000.00	2,850,000.00
5	Sepatu Pipa	30	bh	100,000.00	3,000,000.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>					49,422,060.00

#### 5. Pemasangan Pipa Air Limbah

Anggaran yang dibutuhkan untuk pemasangan perpipaan air limbah dapat dilihat pada tabel 5.30.

Tabel 5.29 RAB Pemasangan Perpipaan Air Limbah

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Harga
<b>Pekerjaan Galian Tanah</b>					
1	Galian Tanah	119.6	m <sup>3</sup>	26,276.00	3,142,531.36
2	Pemindahan Tanah Bekas Galian	79.8	m <sup>3</sup>	66,100.00	5,275,415.18
<b>Pekerjaan Urugan</b>					
1	Urugan Tanah	39.8	m <sup>3</sup>	14,222.00	565,856.59
2	Urugan Pasir	79.8	m <sup>3</sup>	214,820.00	17,144,700.29
<b>Pekerjaan Pemasangan Pipa</b>					
1	Pipa Ø 5 inci PVC	369	bh	184,390.80	68,040,205.20
<b>JUMLAH TOTAL</b>					94,168,708.62

#### 6. Pengadaan Gerobak Sampah Baru

Anggaran yang dibutuhkan untuk pengadaan gerobak sampah baru dapat dilihat pada table 5.31.

Tabel 5.31 RAB Pengadaan Gerobak Sampah

No	Uraian Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Harga
<b>Pengadaan Gerobak Sampah</b>					
1	Gerobak Sampah (1.5 m x 1.2 m x 1.1 m)	2	bh	1,900,000.00	3,800,000.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>					3,800,000.00

7. Total Keseluruhan Pekerjaan

Total anggaran dari keseluruhan pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.32.

Tabel 5.32 RAB Total Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Harga
1	Perluasan Ground Reservoir	306,014,073.20
2	Pembangunan Grease Trap	24,244,999.28
3	Pembangunan Anaerobic Baffle Reactor	211,967,896.20
4	Pemasangan Perpipaan Air Hujan	49,422,060.00
4	Pemasangan Perpipaan Air Limbah	94,775,190.57
5	Pengadaan Gerobak Sampah Baru	3,800,000.00
<b>JUMLAH TOTAL</b>		690,224,219.25

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari pembahasan dan hasil yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat memberikan manfaat bagi UPT pengelola Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya. Berikut beberapa kesimpulan:

1. Hasil evaluasi dari sistem plambing adalah :
  - a. Perpipaian sistem penyediaan air bersih berfungsi dengan baik dan sudah sesuai dengan SNI 8153-2015.
  - b. Sistem penyaluran air buangan, diameter pipa *black water* eksisting terlalu besar dari hasil perhitungan. Sedangkan untuk sistem ven sudah sesuai dengan SNI 8153-2015.
  - c. Sistem *fire hydrant* masih beroperasi dan sudah sesuai dengan SNI 03-1735-2000.
  - d. Sistem penyaluran air hujan belum ada, sehingga direncanakan sistem penyaluran air hujan sesuai dengan SNI 8153-2015 dengan harga total sebesar Rp.49,422,060.00.
2. Hasil evaluasi dari kebutuhan reservoir adalah:
  - a. *Ground reservoir* tidak memenuhi kebutuhan sehingga perlu diperluas. Harga perluasan *ground reservoir* adalah Rp.306,014,073.20.
  - b. *Roof tank* tidak memenuhi kebutuhan pemakaian puncak.
  - c. Dari hasil survei dan pengamatan, didapatkan pola pemakaian air tertinggi pada pagi hari yaitu jam 04.00-05.00 dan pada malam hari yaitu jam 17.00-18.00.
3. Hasil evaluasi dari instalasi pengolahan air limbah adalah:
  - a. Pengurasan lumpur pada tangki septik yang optimal dilakukan selama 2 tahun sekali. Kondisi eksisting tangki

septik tidak sesuai dengan SNI 03-2398-2002 karena tidak mempunyai pipa ven.

- b. Tidak ada pengolahan air limbah *grey water*, pengolahan yang tepat adalah dengan membangun *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dengan harga Rp.211,967,896.20.

4. Hasil evaluasi dari pengelolaan sampah adalah:

- a. Gerobak eksisting tidak mampu menampung sampah bila dilakukan pengangkutan tiap 2 hari sekali, sehingga diganti dengan gerobak baru berkapasitas 2 m<sup>3</sup> dan pengangkutan dilakukan tiap hari sekali.

**6.2. Saran**

Dari pembahasan dan hasil yang telah dilakukan, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan kepada UPT pengelola Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya. Saran tersebut adalah:

1. Melakukan koordinasi antara UPT Pengelola Rumah Susun Gunungsari dengan penghuni rumah susun agar untuk menjaga dan merawat sistem plambing agar tidak cepat rusak.
2. Melakukan penyedotan tangki septik setiap 2 tahun untuk memaksimalkan kinerja dari tangki septik tersebut.
3. Melakukan pengangkutan sampah setiap hari sekali untuk mencegah menumpuknya sampah agar tidak menjadi sarang penyakit yang berbahaya bagi kesehatan penghuni rumah susun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015, **Standar Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2016**. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Babbitt, H. E. 1960. **Plumbing**. New York : McGraw Hill Company
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. **Surabaya Dalam Angka 2015**. Surabaya
- Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur. 2011. **Gambar As Bulid Drawing Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya**. Surabaya
- Foxon, K. M., Pillay, S., Lalbahadur, T., Rodda, N., Holder, F., dan Buckley, C. A. 2004. **The anaerobic baffled reactor (ABR): an appropriate technology for on-site sanitation**. Water SA. Vol. 30. pp : 44-50..
- Fair, G. M. dan Geyer, J. C., 1954. **Water Supply and Wastewater Disposal**. New York: John Wiley and Son.
- Kurniade, D., Chr. Kunze. 2008. **Constructed Wetland to Treat House Waste Water in Bandung**, Indonesia. [http://jurnal-kopertis4.tripod.com/1201. Htm](http://jurnal-kopertis4.tripod.com/1201.Htm). Access on 15<sup>th</sup> March 2017.
- Klass, K.S.Y. 2009. **Desain Jaringan Pipa**. Bandung : Mandar Maju
- Metcalf dan Eddy. 2014. **Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery, Fifth Edition (Volume I)**. McGraw-Hill Company
- Mohamed, R. M. S.. 2014. The Use of Filter Media Added with Peat Soil for Household Greywater Treatment. **GSTF International Journal of Engineering Technology (JET)**. Vol 2. 4.
- Naoko, N. 2005. Suitability of Grey Water Treatment for Sustainable Sanitation System. **Proceeding International Symposium on Ecohydrology**.
- Noerbambang, SM dan Morimura T. 2000. **Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Pathan, A. A. dan Rasool B.M. 2011. Preliminary Study of Greywater Treatment Thought Rotating Biological Contractor.

**Mehran University Research Journal of Engineering and Technology. Vol.30. No. 3.**

- Peraturan Gubernur Jatim Nomor 72 Tahun 2013. 2013. **Baku Mutu Air Limbah Domestik di Jawa Timur.**
- Peraturan menteri pekerjaan umum Nomor 14 /PRT/M/2010 **Tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang.** Jakarta
- Peraturan Walikota No.55 Tahun 2005. **Tentang Tarif Air Minum Dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya.** Surabaya.
- Priyanka, A. 2010. **Perancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah Pertamina Maritime Training Center (Studi Perbandingan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah Gedung Pertamina Learning Center).** Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan UI. Depok.
- Sanitation Improvement Programs. 1987. **Human Waste Disposal**
- Sasse, L., Gutterer, B., Panzerbieter, T., dan Reckerzügel, T. 2009. **Decentralised Wasterwater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitattion in Developing Countries.** BORDA.
- Sevilla, C. G. 2007. **Research Methods.** Rex Printing Company. Quezon City.
- SNI 19-3694-1994 : **Metode Pengambilan Dan Pengukuran Sampah Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan.** Jakarta
- SNI 03-6481-2000 : **Sistem Plambing.** Jakarta.
- SNI 03-1735-2000 : **Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan Dan Akses Lingkungan Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung.** Jakarta
- SNI 03-2398-2002 : **Tata Cara Perencanaan Tangki Septik Dengan Sistem Resapan.** Jakarta
- SNI 03-7065-2005 : **Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing.** Jakarta
- SNI 8153-2015 : **Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung.** Jakarta
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2011 tentang Rumah Susun. Jakarta. Indonesia
- Unit Pengelola Teknis (UPT). 2010. **Jumlah Penghuni Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya Tahun 2016.** Surabaya

- Widharto, S. 2005. **Buku Pedoman Ahli Pemasangan Pipa**. Bandung
- Wongthanate, J., Mapracha, N., Prapagdee, B., dan Arunlertaree, C. 2014. Efficiency of Modified Grease Trap for Domestic Wastewater Treatment. **The Journal of Industrial Technology**. Vol. 10. pp : 2557-2569. Jakarta : Pradnya Paramita

**LAMPIRAN A (Kuisisioner dan Tarif Air di Surabaya)**

## Formulir Kuesioner Kepuasan Penghuni Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya

Nama : TACHTIM LANA  
No Hp : 08785 4818422

No Unit : 16  
Jumlah Penghuni di Unit : 4 ORANG

No	Apakah Anda Puas Dengan :	Sangat Tidak Puas	Tidak Puas	Cukup Puas	Puas	Sangat Puas	Keterangan Lain
		1	2	3	4	5	
1	Tarif tagihan air yang berlaku sekarang			✓			
2	Kualitas air bersih (bau, rasa dan warna)				✓		
3	Kecukupan pemakaian air bersih				✓		
4	Perawatan rutin pipa air bersih			✓			
5	Perawatan rutin pipa air buangan			✓			
6	Perawatan rutin pipa pemadam kebakaran			✓			
7	Sosialisasi penggunaan alat pemadam			✓			
8	Pengelolaan Sampah			✓			

1. Penggunaan air bersih terbanyak pada jam :

- a. 04.00 – 05.00  
c. 17.00 – 18.00

- ☒ b. 05.00 – 06.00  
☒ d. 18.00 – 19.00

2. Ukuran tempat sampah/kantung plastik yang digunakan penghuni :

- ☒ a. Small (1 Kg)  
c. Large (5 Kg)

- b. Medium (3 Kg)  
d. Xtra Large (10 Kg)

3. Sampah dibuang setiap :

- ☒ a. 1 hari sekali  
c. 3 – 4 hari sekali

- b. 2 hari sekali  
d. 1 minggu sekali

4. Apakah dilakukan pemilahan sampah pada tiap unit kamar penghuni?

- a. Ya

- ☒ b. Tidak

## KLASIFIKASI PELANGGAN DAN TARIF AIR MINUM PDAM KOTA SURABAYA

Berdasarkan Peraturan Walikota No. 55 Tahun 2005 tanggal 29 Nopember 2005 tentang Tarif Air Minum dan Struktur Pemakaian Air Minum Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya, dan berdasarkan Peraturan Perusahaan, Perusahaan Daerah Air Minum Kota Surabaya No. 04 Tahun 2008 tanggal 03 Maret 2008 tentang Klasifikasi Kelompok Pelanggan Air Minum, maka dengan ini ditetapkan pengelompokan pelanggan PDAM Kota Surabaya.

<b>KLASIFIKASI</b>	<b>Kode Tarif</b>	<b>Pemak. Air ( M<sup>3</sup> )</b>	<b>Tarif Air ( Rp/M<sup>3</sup> )</b>	<b>Pemak. Min/Jan (M<sup>3</sup>)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b><u>KELOMPOK PELANGGAN I</u></b>	<b>1</b>	<b>Non Progresif</b>	<b>600</b>	<b>10</b>
1. Hidran umum; 2. Tempat ibadah; 3. Rumah susun sewa (Rusunawa).				
<b><u>KELOMPOK PELANGGAN II</u></b>	<b>2A</b>	<b>0 - 10 11 - 20 21 - 30 &gt;30</b>	<b>350 600 900 1.800</b>	<b>10</b>
1. Pondok Pesantren, Panti Asuhan, Panti Jompo, Panti Sosial; 2. Sekolah negeri, Madrasah, Sekolah swasta (TK, SD, SLTP,SLTA) dengan akreditasi C; 3. Balai pertemuan RT dan RW; 4. Rumah susun milik (Rusunami) dengan penjualan curah; 5. Rumah tangga (RT) 1, yaitu : Kelompok pelanggan rumah tangga yang memenuhi semua kriteria sebagai berikut : a. Didepannya terdapat jalan dengan lebar termasuk saluran/got dan berm < 3meter; b. Daya listrik terpasang < 1300 VA; c. Nilai Jual Obyek Pajak (NJOP) < Rp.50juta; d. Luas bangunan < 36 m <sup>2</sup> .				
<b><u>KELOMPOK PELANGGAN III</u></b>	<b>2B</b>	<b>0 - 10 11 - 20 &gt;20</b>	<b>500 1.000 2.250</b>	<b>10</b>
1. Layanan kesehatan milik Pemerintah (Puskesmas, Poliklinik, BKIA, Rumah Sakit) non komersial; 2. Kamar mandi umum, ponten / WC umum.				





LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA  
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdr. Thoriq  
Dikirim Tanggal : 15 Maret 2017  
Sampel Dari : Outlet IPAL Rusun Gunungsari  
No. Laboratorium : 100-0307/03/A/KL/2017

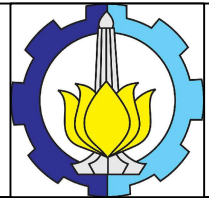
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 - 9	6,95	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	124,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O <sub>2</sub>	50	114,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O <sub>2</sub>	30	68,00	Winkler
5	Minyak & Lemak	mg/L	10	8,00	Gravimetri

Surabaya, 24 Maret 2017  
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan  
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :  
\*) PERGUB. Jatim No. 72 Tahun 2013  
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air  
yang diterima laboratorium kami

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc  
NIP. 195501281985032001

## **LAMPIRAN B (Sistem Penyediaan Air Bersih)**








Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Layout Sistem Penyediaan Air  
Bersih Lantai 1

## Legenda

-  = Shaft
-  = Roof Tank
-  = Pipa Transfer Ø 4"
-  = Pipa Distribusi Ø 2"
-  = Pipa Tiap Unit Ø 3/4"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

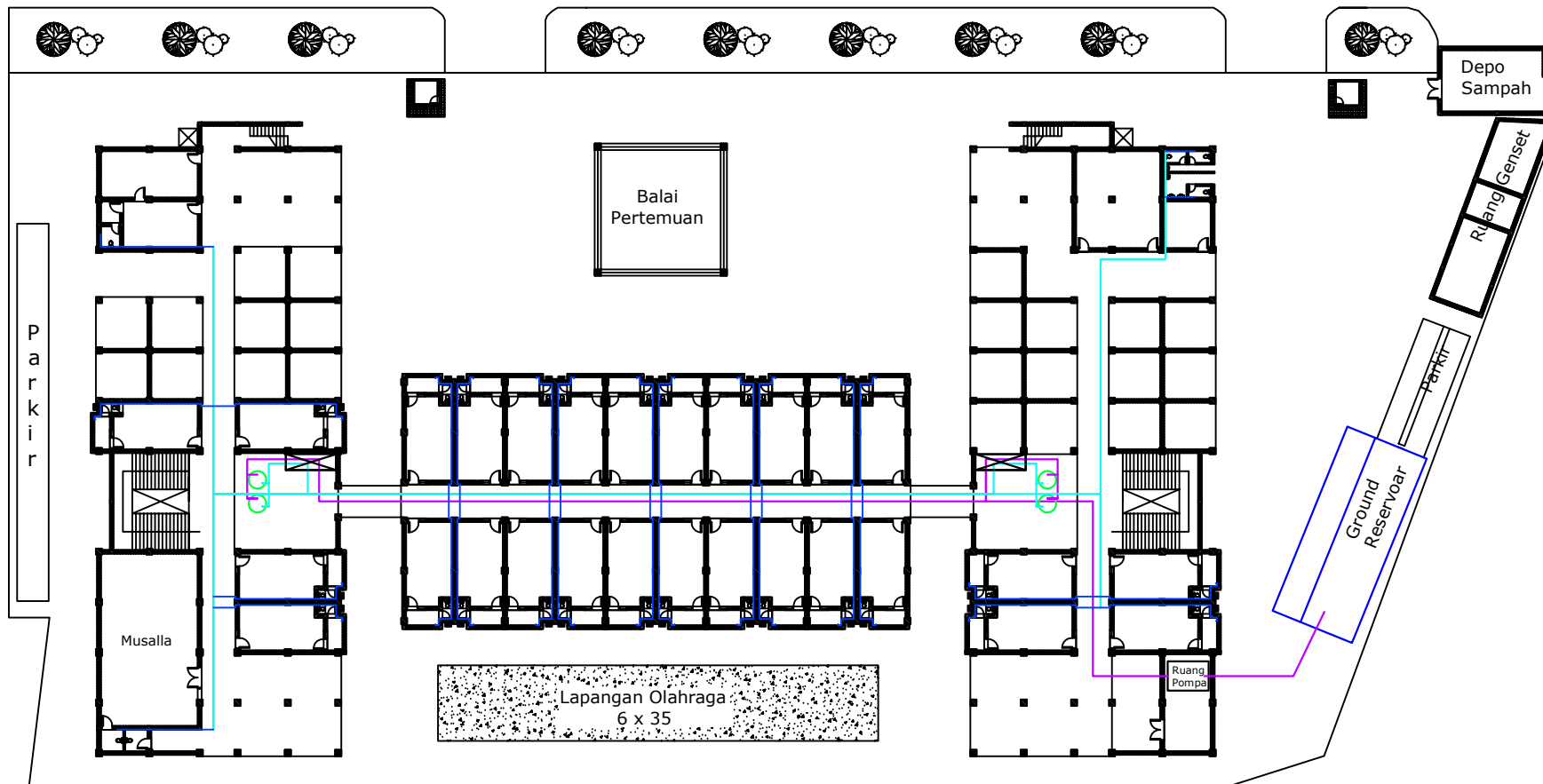
## Skala

1 : 500

No. Lembar	Jumlah Lembar
------------	---------------

1

34








Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Layout Sistem Penyediaan Air  
Bersih Lantai 2 hingga lantai 5

### Legenda

-  = Shaft
-  = Pipa Distribusi Ø 2"
-  = Pipa Tiap Unit Ø 3/4"

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

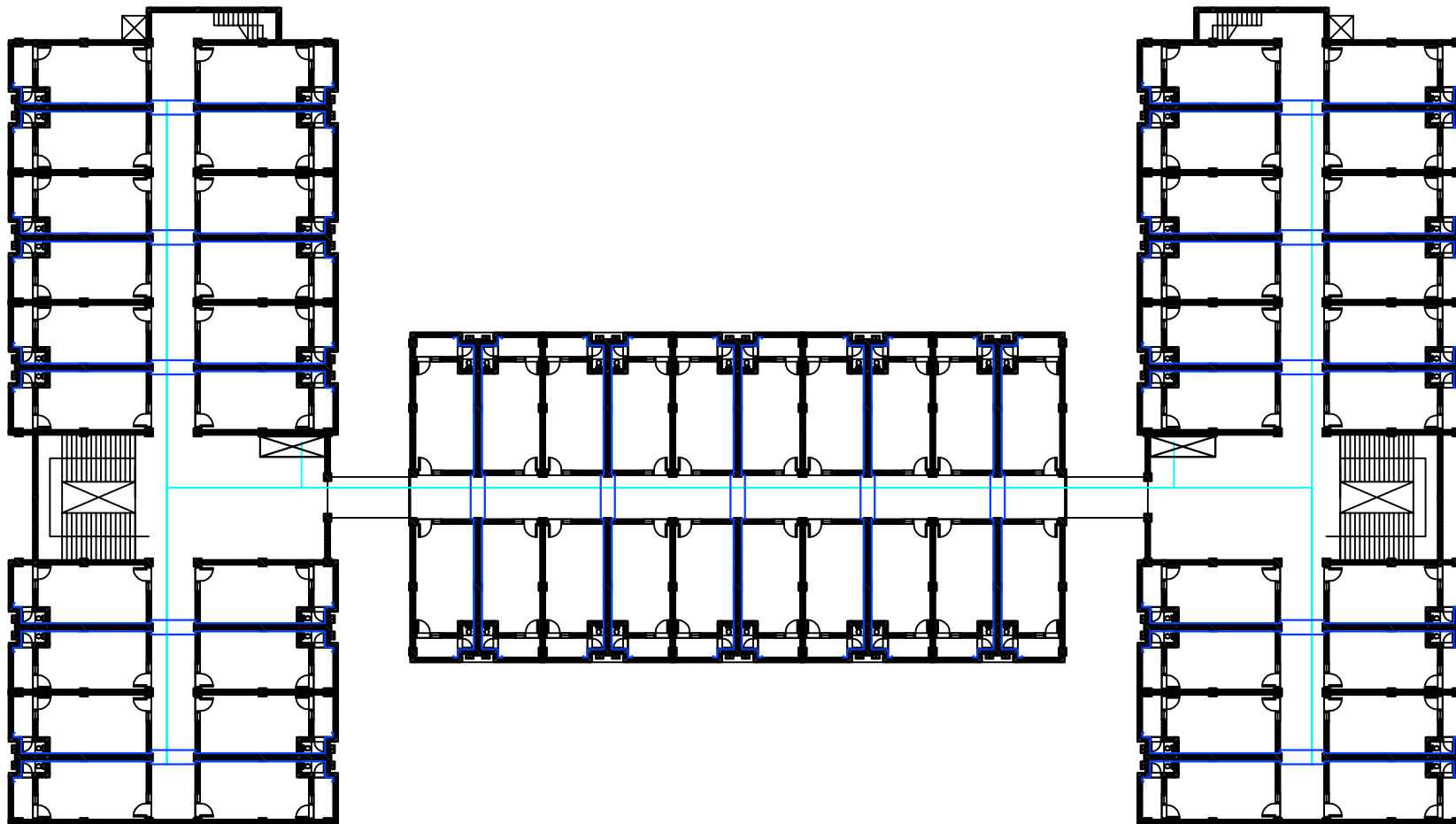
1 : 400

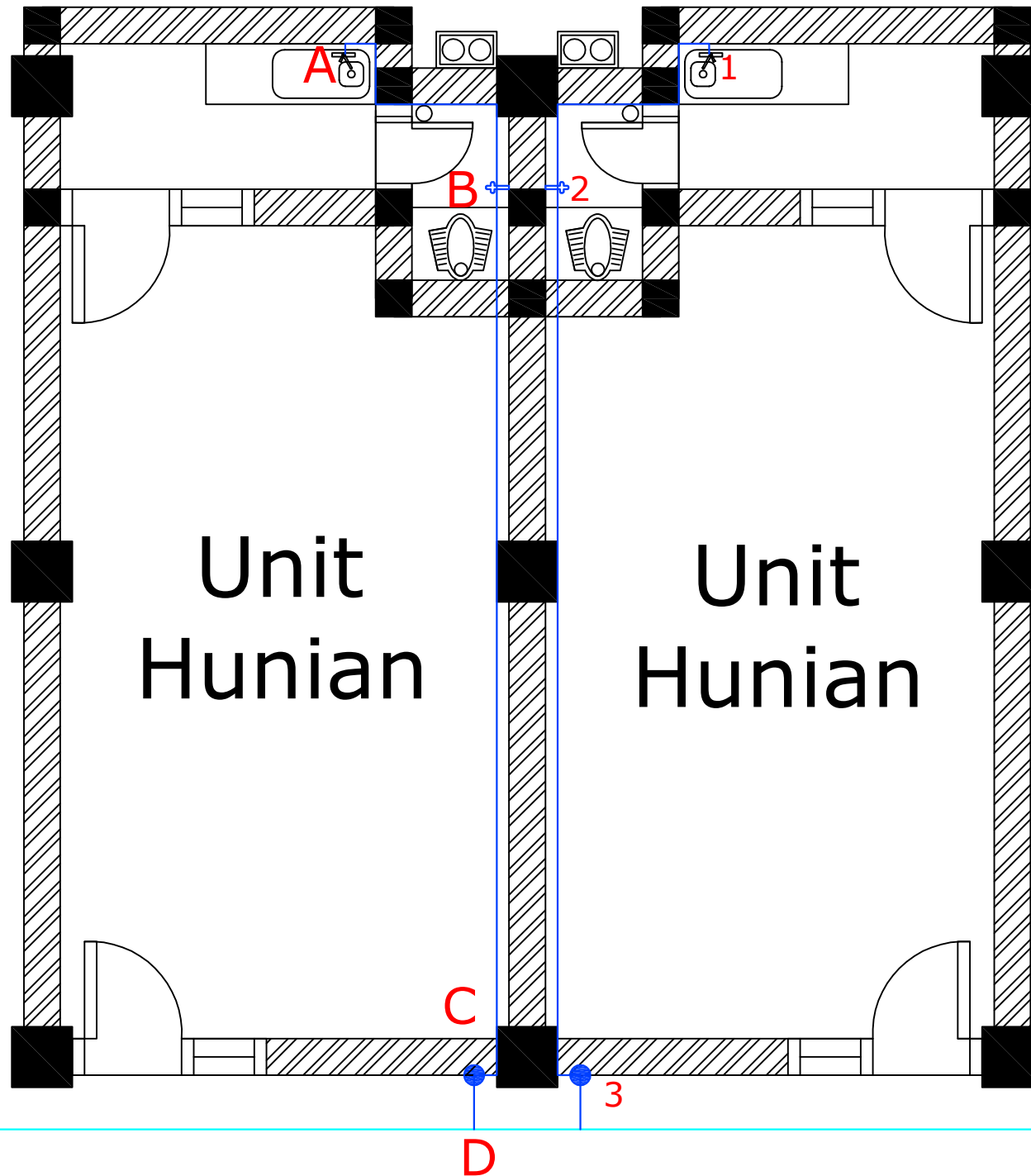
No. Lembar

2

Jumlah Lembar

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Detail Sistem Penyediaan Air  
Bersih Tiap Unit Hunian

### Legenda

- = Pipa Distribusi Ø 2"
- = Pipa Tiap Unit Ø 3/4"
- 1. = Sink Dapur
- 2. = Keran
- 3. = Meteran Air

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

1 : 50

No. Lembar	Jumlah Lembar
3	34



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Potongan Bangunan  
Sistem Penyediaan Air Bersih

### Legenda

- = Pipa Transfer Ø 4"
- = Pipa Distribusi Ø 2"
- = Pipa Tiap Unit Ø 3/4"

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

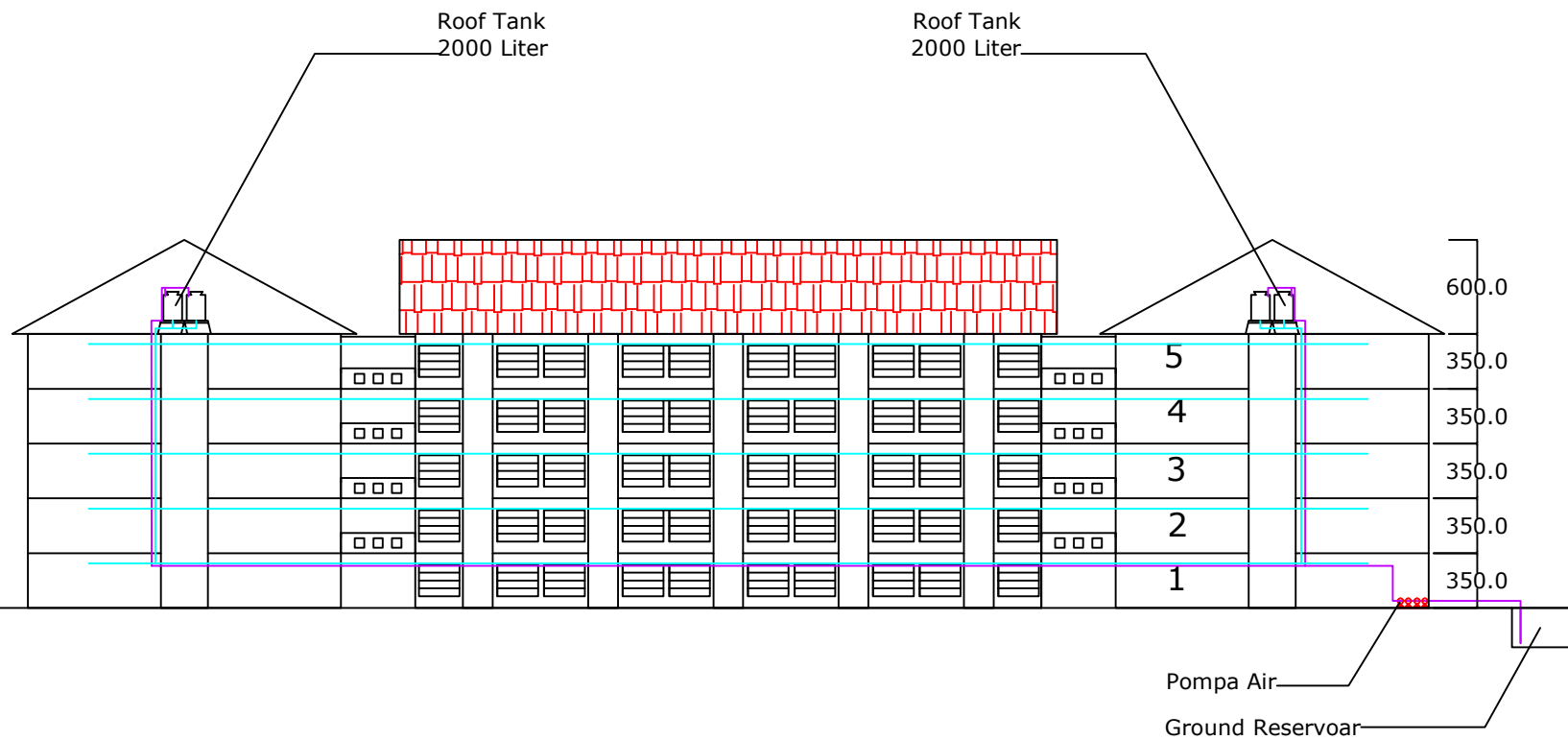
### Mahasiswa

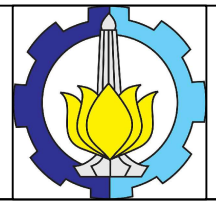
Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

1 : 400

No. Lembar	Jumlah Lembar
4	34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Isometri Sistem  
Penyediaan Air Bersih

### Legenda

- = Pipa Transfer Ø 4"
- = Pipa Distribusi Ø 2"
- = Pipa Tiap Unit Ø 3/4"
- = Kran Kamar Mandi
- = Sink Dapur

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

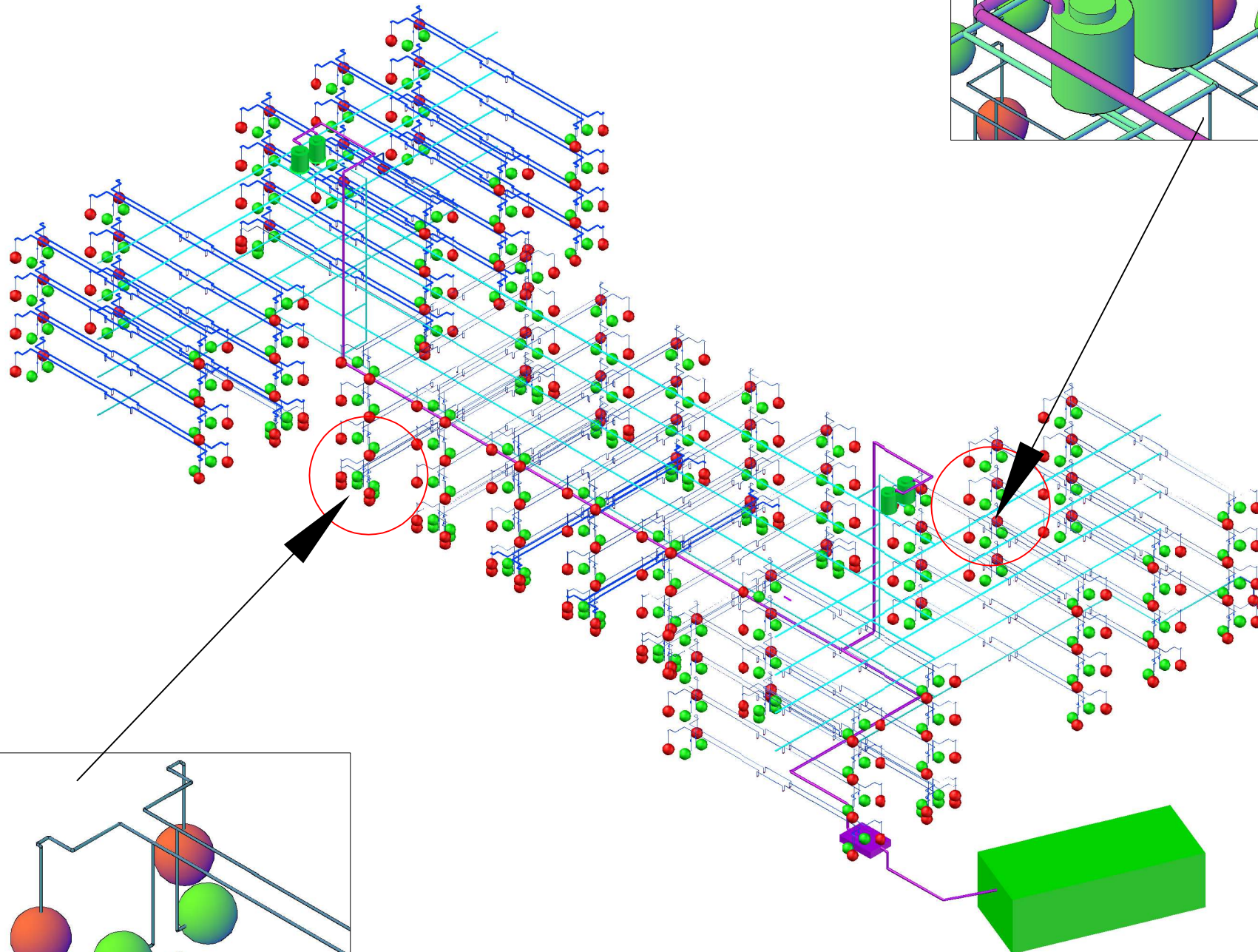
### Skala

No. Lembar

Jumlah Lembar

5

34



**LAMPIRAN C (Sistem Penyediaan Air Buangan)**







Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Eksisting Layout  
Sistem Air Buangan  
Black Water

## Legenda

-  = Tangki Septik  
 = Pipa Black Water Ø 5"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

## Skala

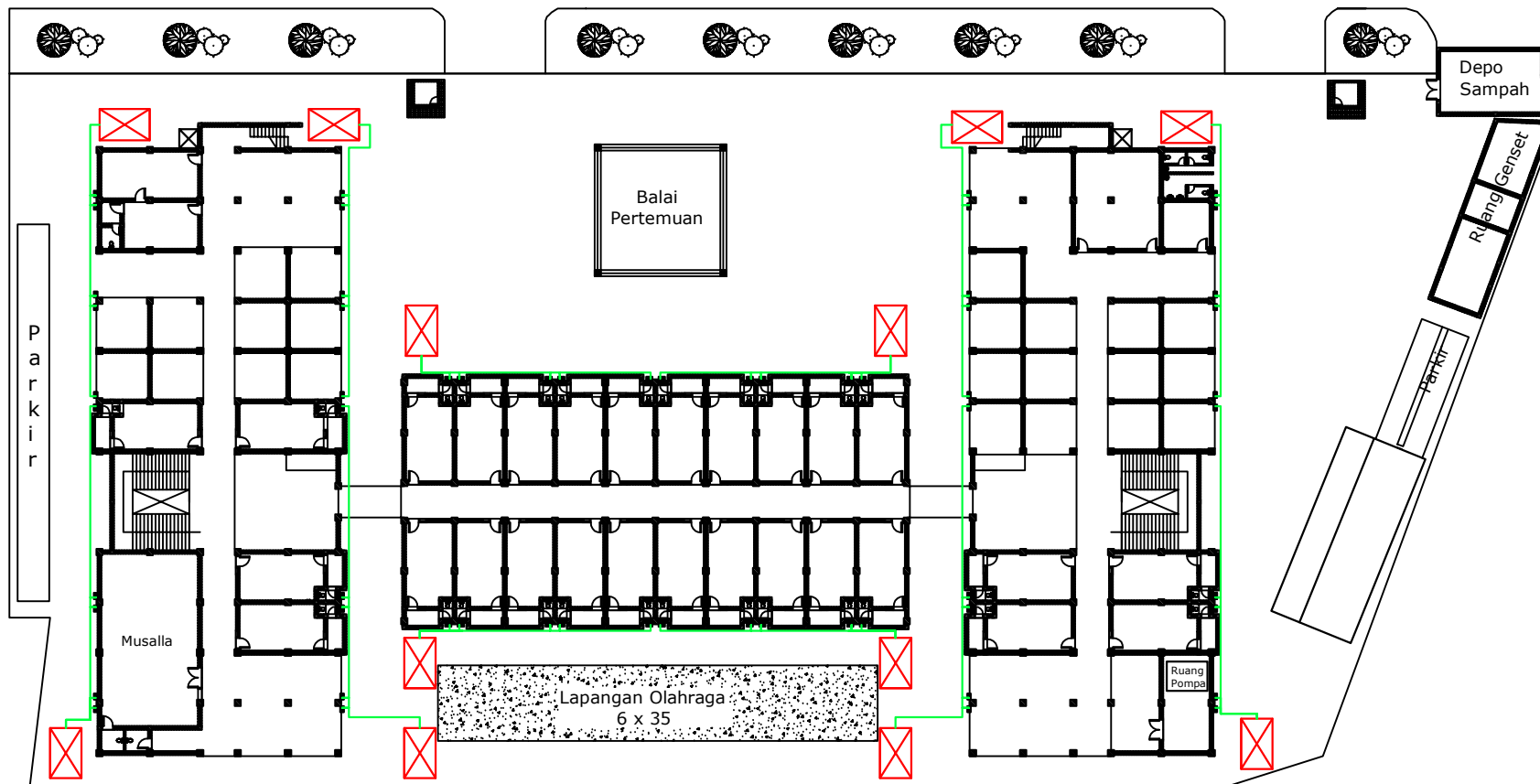
1 : 500

No. Lembar

6

Jumlah Lembar

34







Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Rencana Layout  
Sistem Air Buangan  
Grey Water

## Legenda

-  = Grease Trap & ABR
-  = Pipa Grey Water Ø 5"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

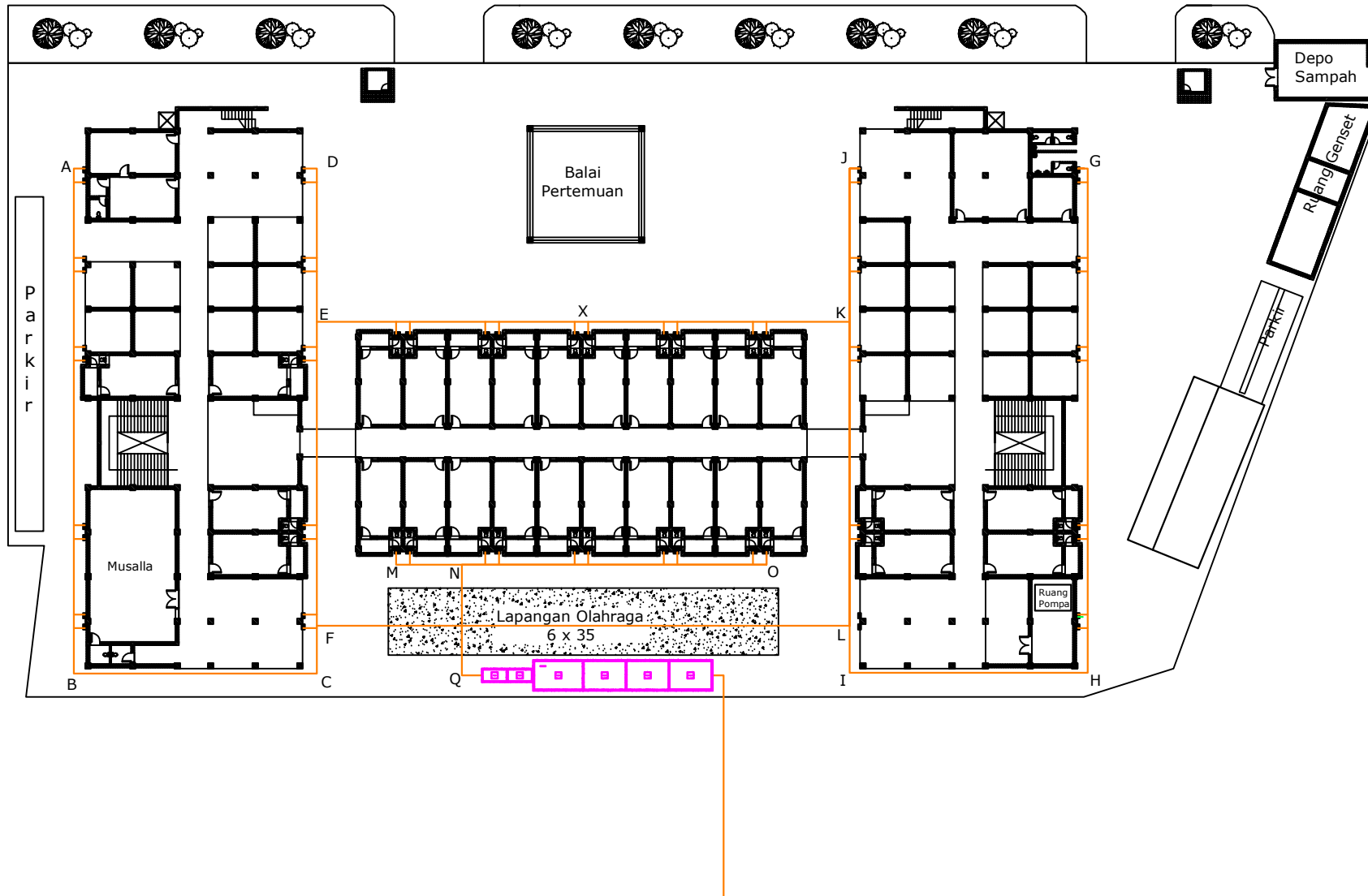
## Skala

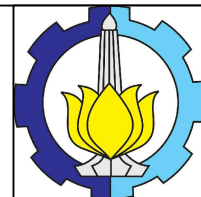
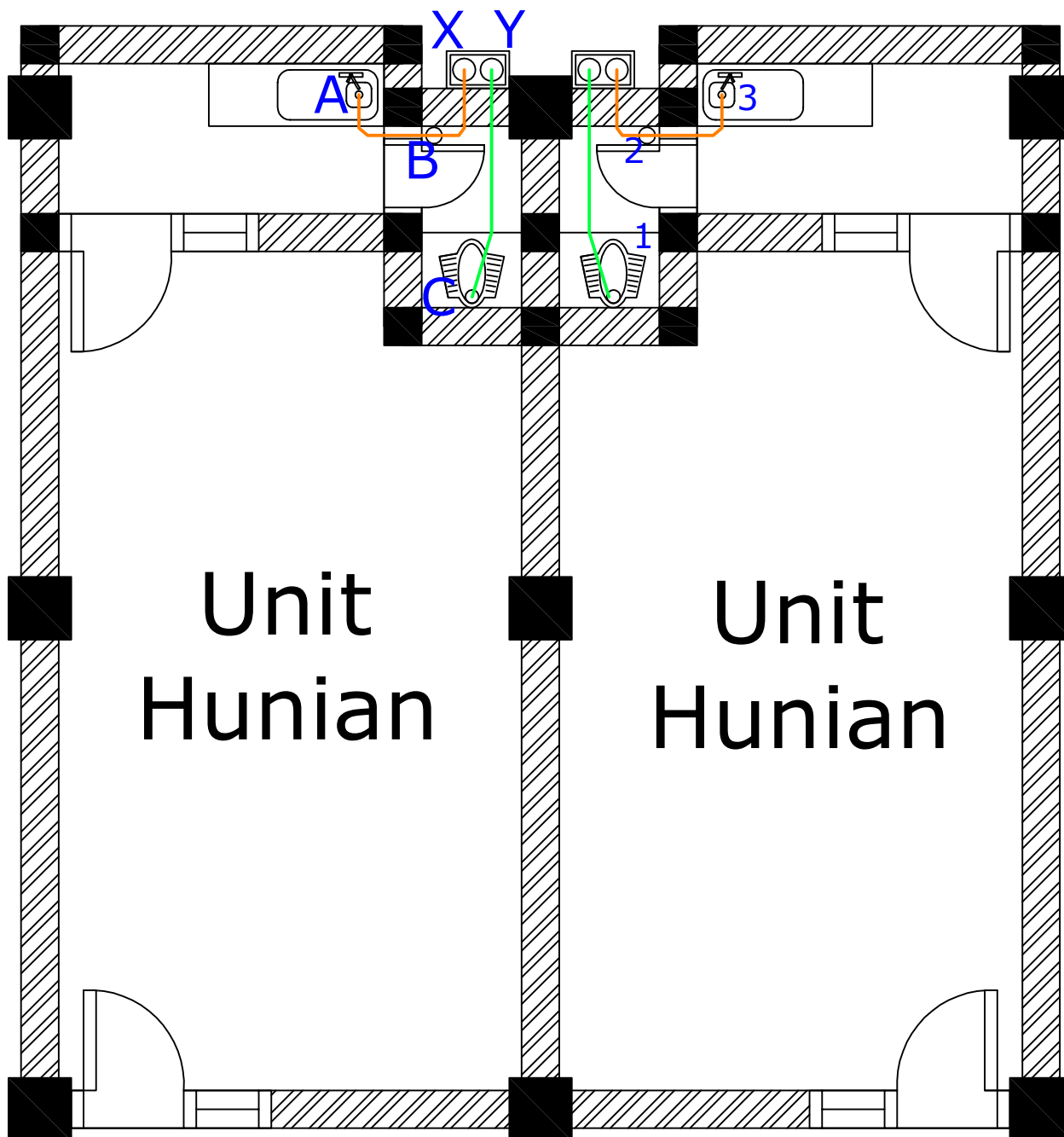
1 : 500

No. Lembar      Jumlah Lembar

7

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Detail Sistem Air Buangan Tiap  
Unit Hunian

Legenda

- = Pipa Black Water Ø 4"
- = Pipa Grey Water Ø 2"
- 1. = WC
- 2. = Floor Drain
- 3. = Sink Dapur

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

1 : 50

No. Lembar

8

Jumlah Lembar

34



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Profil Hidrolis  
Grease Trap dan  
Anaerobic Baffle Reactor

### Legenda

- = Pipa Ven Ø 2.5"
- = Pipa Grey Water Ø 4"
- = Tanah

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

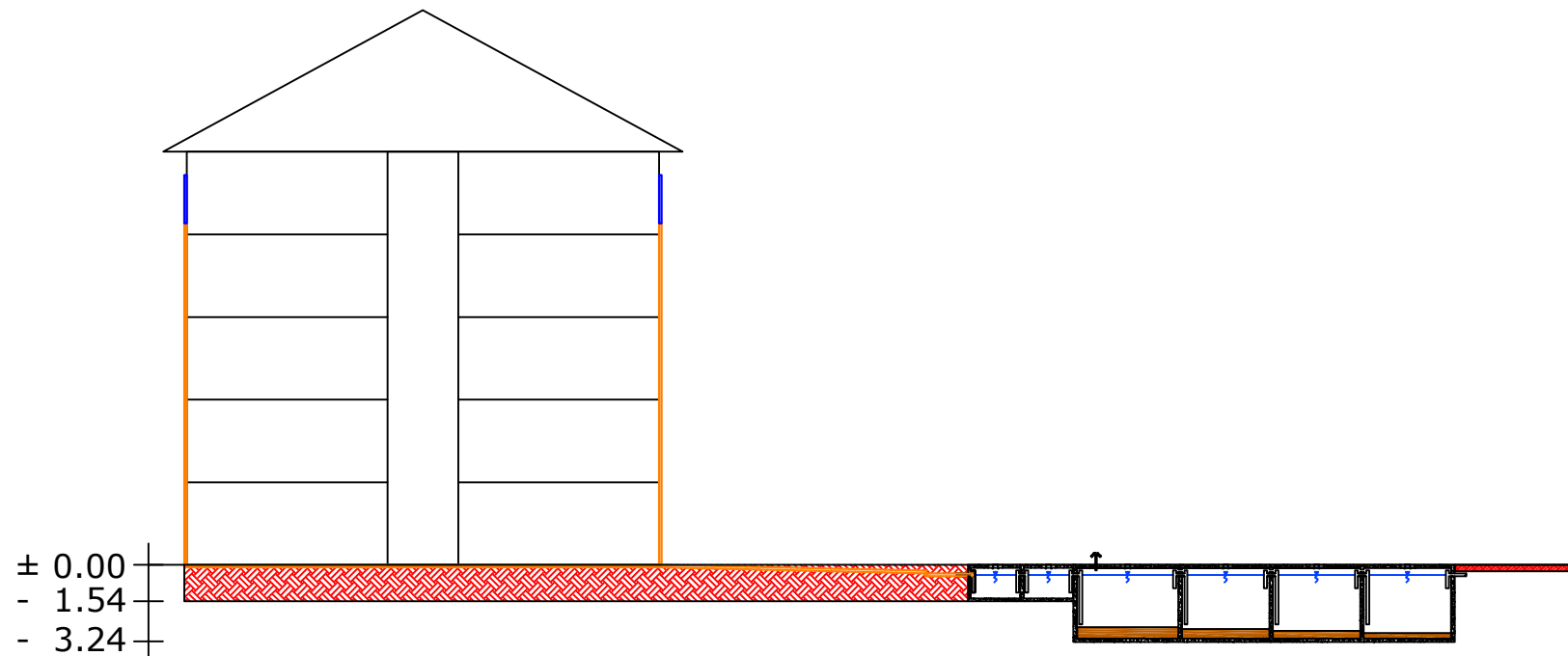
1 : 300

### No. Lembar

9

### Jumlah Lembar

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Isometri Sistem  
Penyaluran Air Buangan  
Black Water

Legenda

— = Pipa Ven Ø 2.5"  
— = Pipa Black Water Ø 4"

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

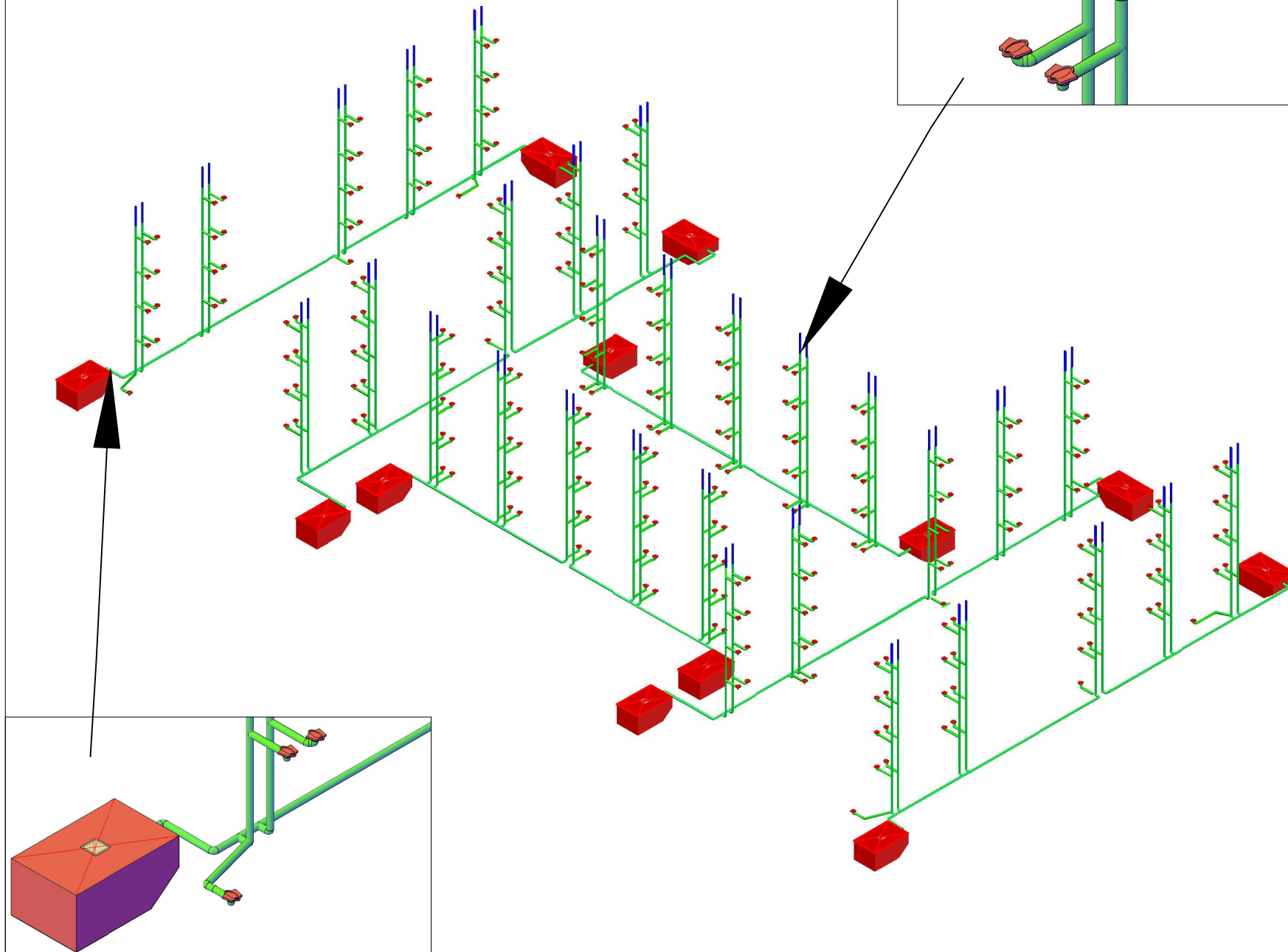
Skala

No. Lembar

10

Jumlah Lembar

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Isometri Sistem  
Penyaluran Air Buangan  
Grey Water

Legenda

— = Pipa Ven Ø 2.5"  
— = Pipa Black Water Ø 4"

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

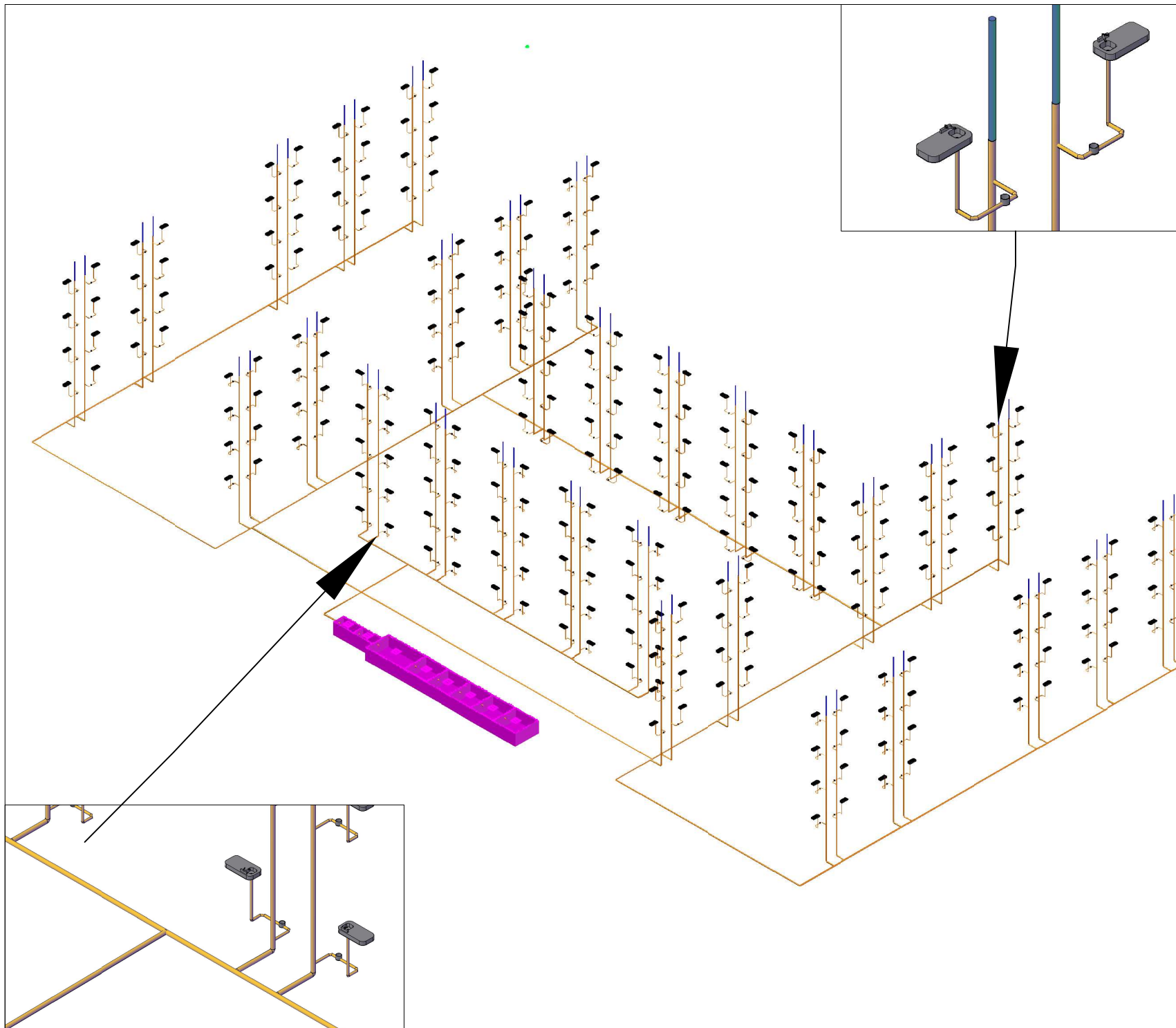
Skala

No. Lembar

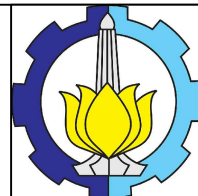
11

Jumlah Lembar

34



## **LAMPIRAN D (Sistem Fire Hydrant)**






Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Jangkauan Fire Hydrant Luar  
Gedung Lantai 1

## Legenda

-  = Box Hydrant
-  = Pillar Hydrant
-  = Pipa Fire Hydrant Ø 5"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

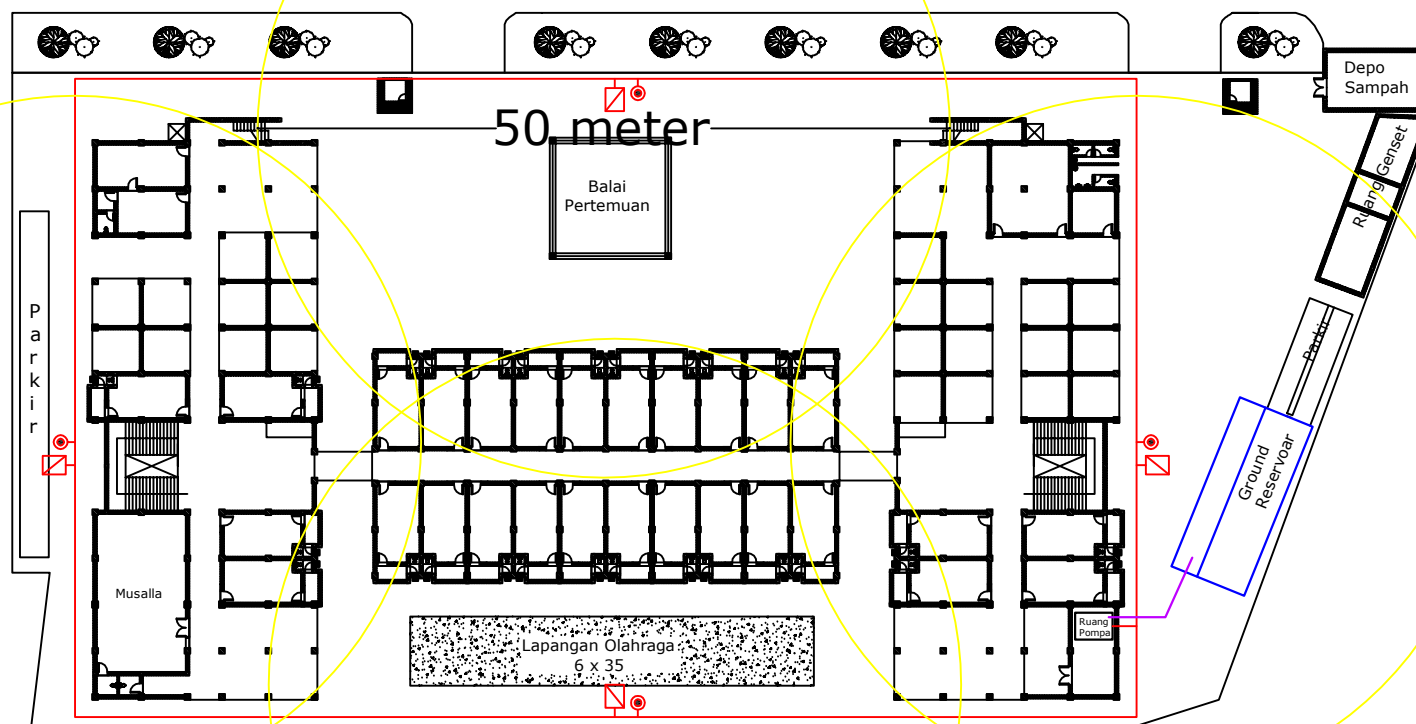
## Skala

1 : 600

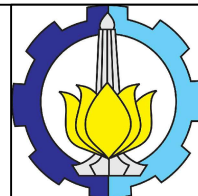
No. Lembar      Jumlah Lembar

12

34













Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Jangkauan Fire Hydrant Dalam  
Gedung Lantai 1

## Legenda

-  = Shaft
-  = Box Hydrant
-  = Pillar Hydrant
-  = Pipa Fire Hydrant Ø 5"
-  = Fire Hose Reel
-  = Pipa Fire Hydrant Ø 4"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

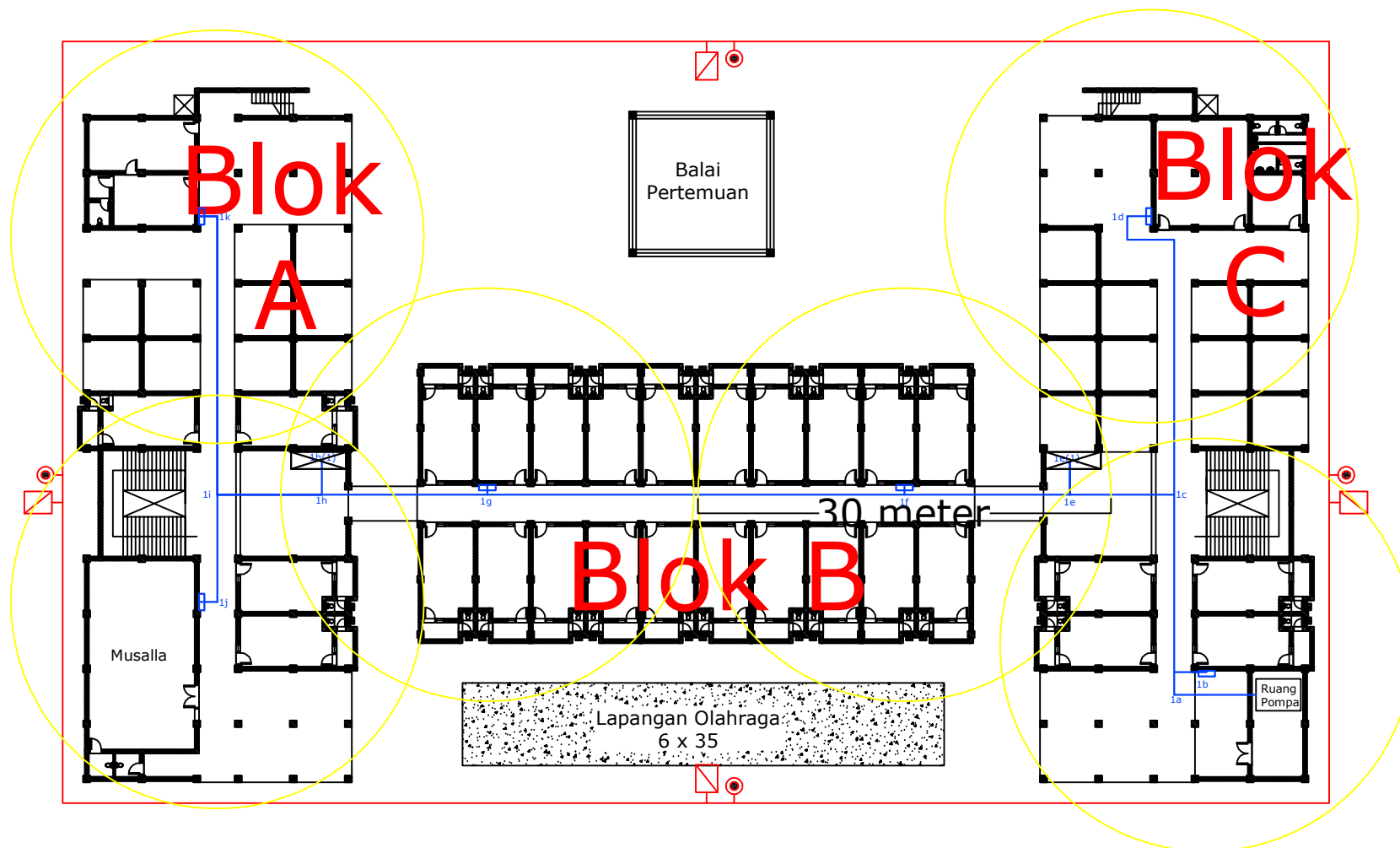
## Skala

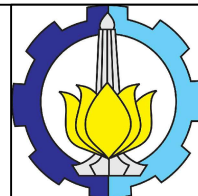
1 : 500

No. Lembar      Jumlah Lembar

13

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Jangkauan Fire Hydrant Dalam  
Gedung Lantai 2 hingga Lantai 5

### Legenda

- ⊠ = Shaft  
□ = Fire Hose Reel  
— = Pipa Fire Hydrant Ø 4"

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

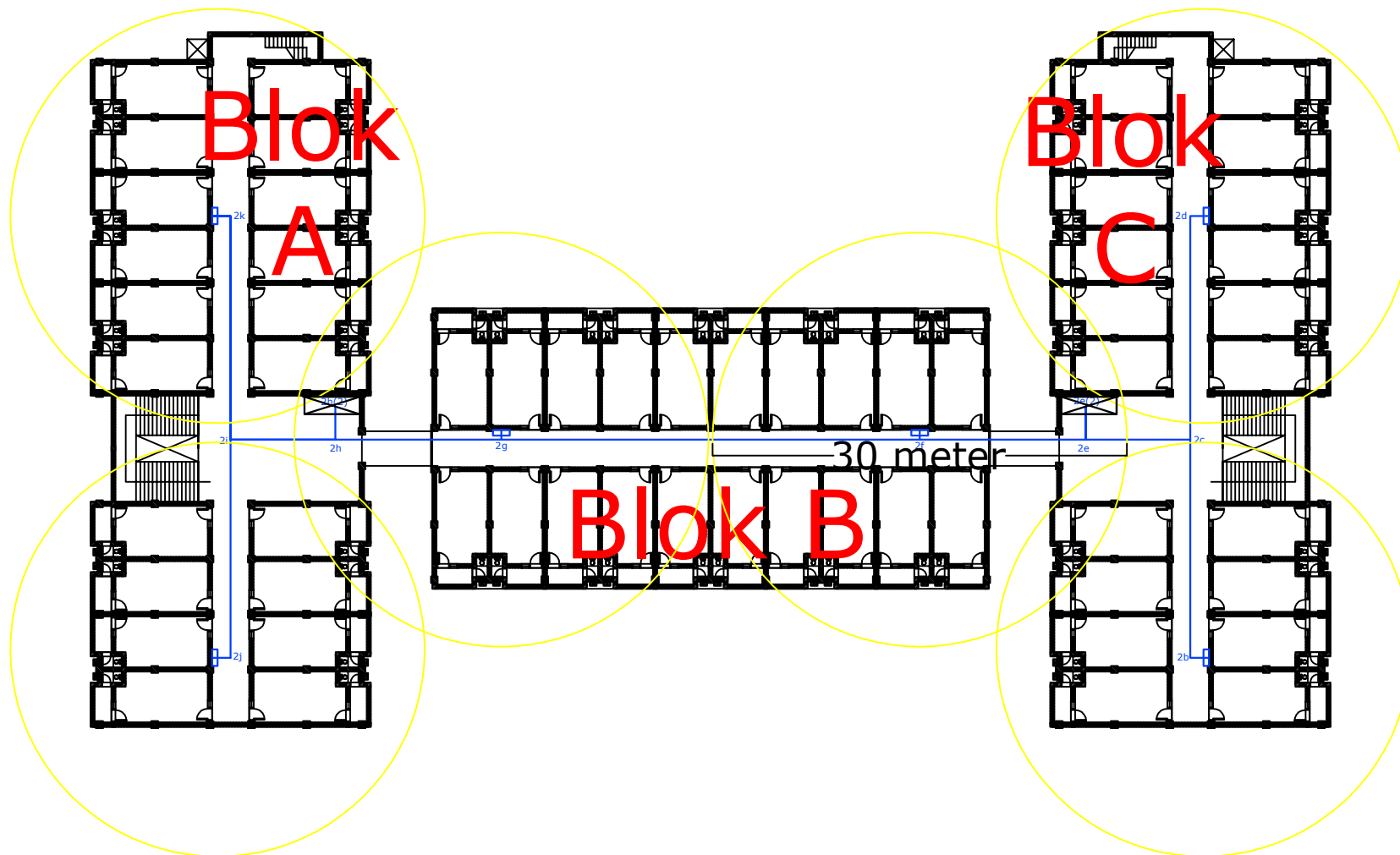
### Skala

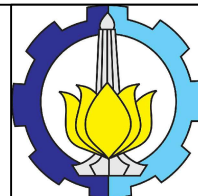
1 : 500

No. Lembar      Jumlah Lembar

14

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Potongan Bangunan  
Sistem Fire Hydrant

### Legenda

— = Pipa Fire Hydrant Ø 4"

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

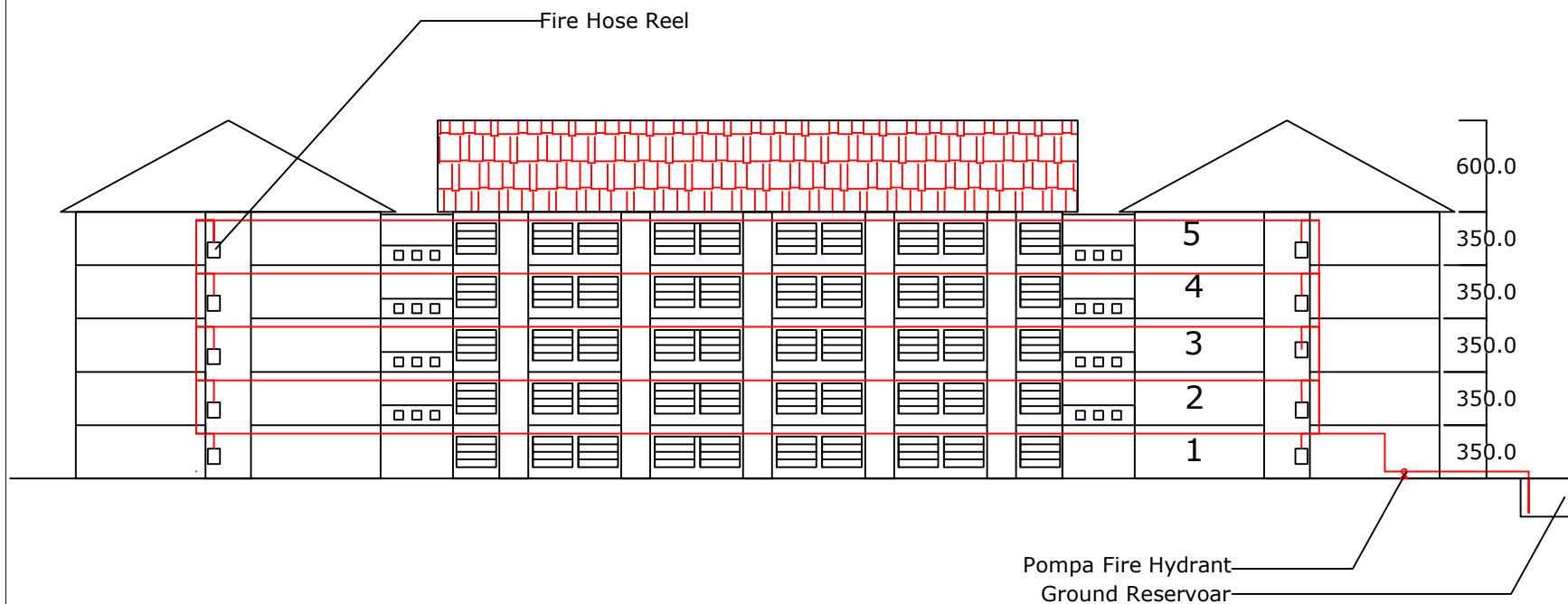
1 : 500

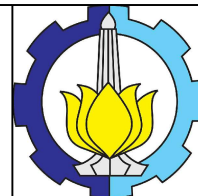
### No. Lembar

15

### Jumlah Lembar

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Isometri Sistem  
Fire Hydrant

Legenda

— = Pipa Fire Hydrant Ø 5"  
— = Pipa Fire Hydrant Ø 4"

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

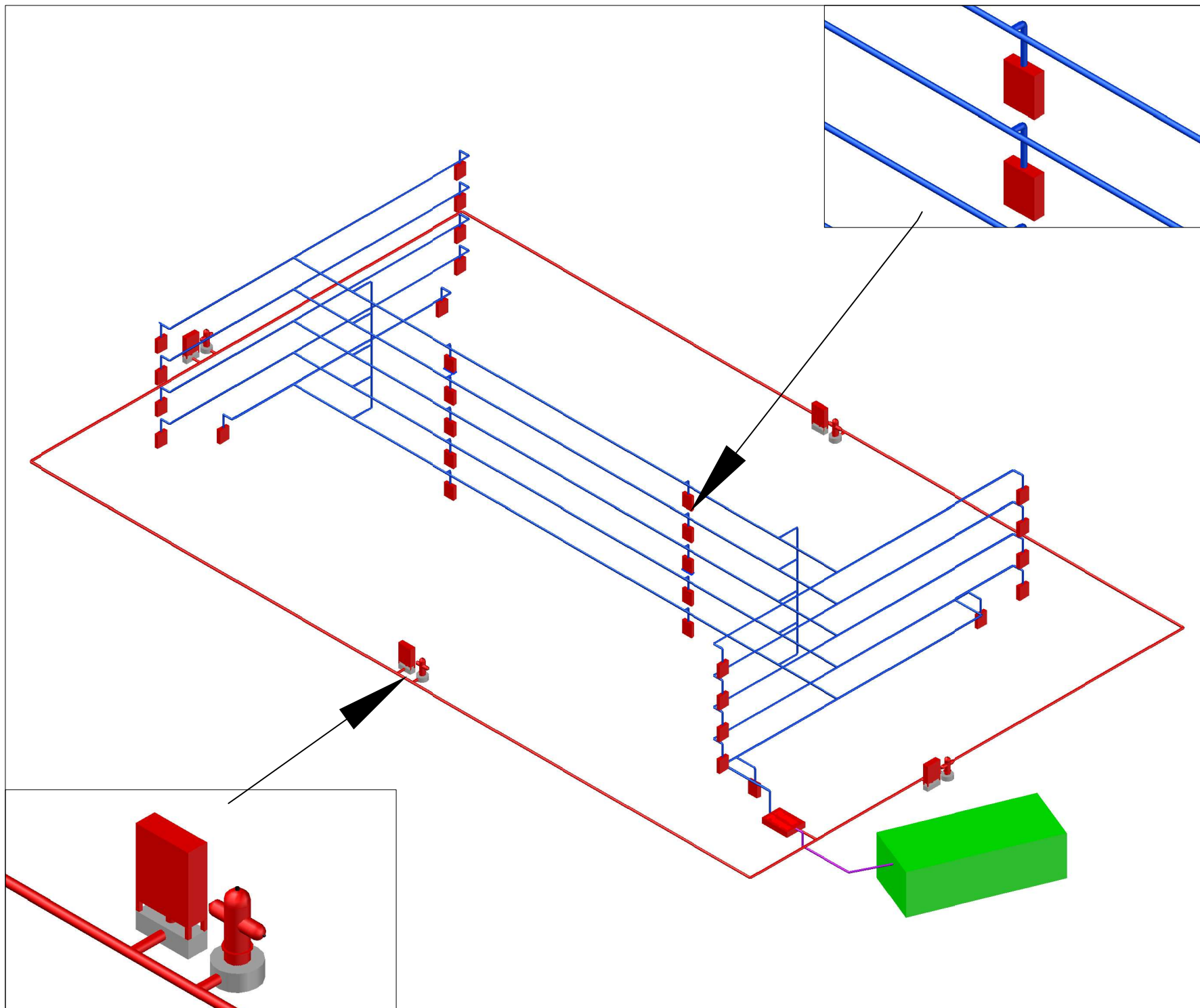
Skala

No. Lembar

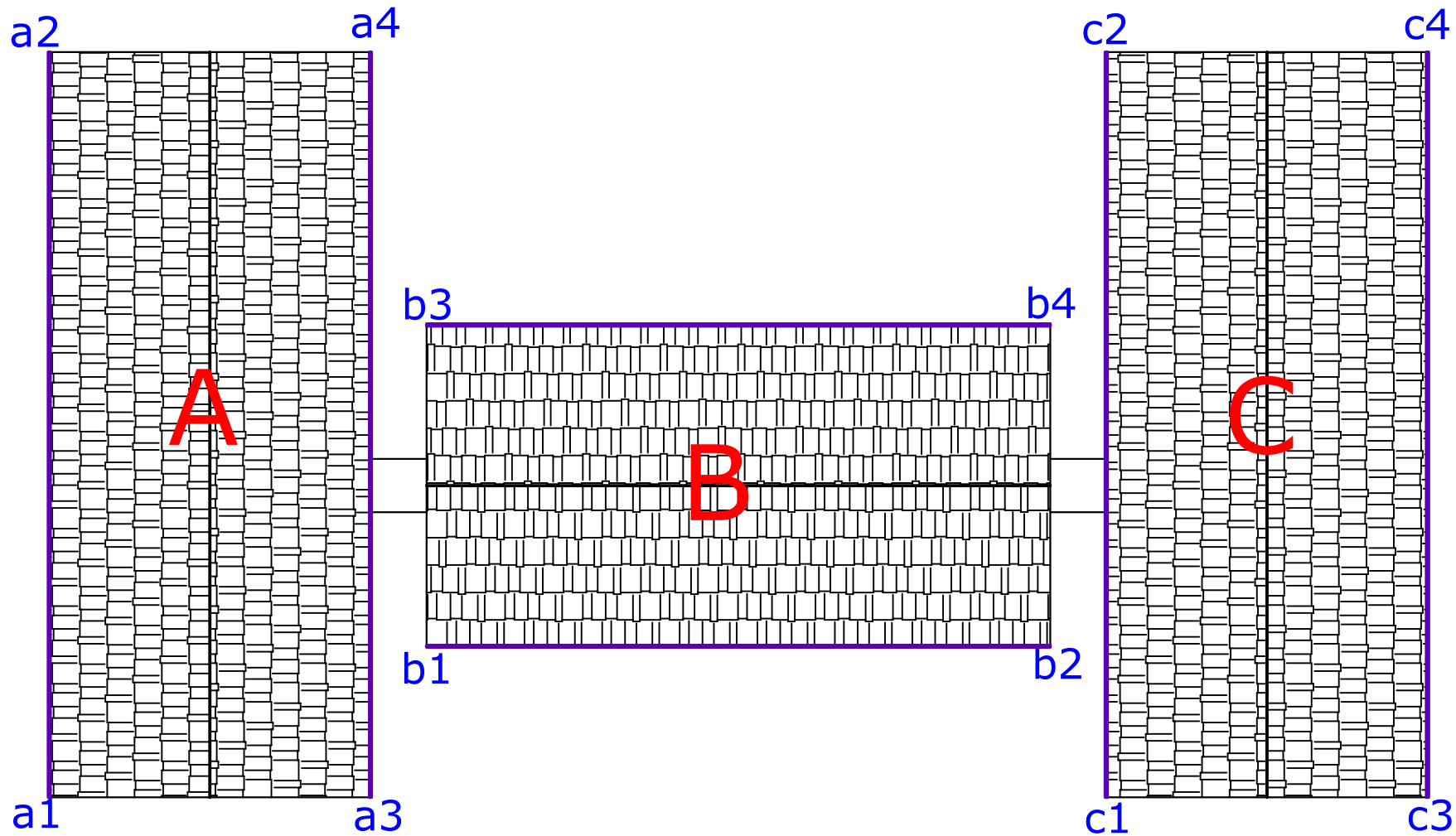
16

Jumlah Lembar

34



**LAMPIRAN E (Sistem Penyaluran Air Hujan)**



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Tampak Atap  
Rumah Susun Gunung Sari  
dan Rencana Talang Air Hujan

Legenda

— = Talang Air Hujan Ø 5"

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

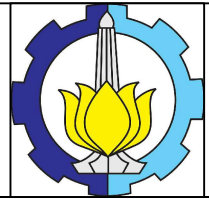
1 : 400

No. Lembar

17

Jumlah Lembar

34



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Tampak Belakang Rumah Susun  
Gunungsari dan rencana  
Pipa Talang serta Pipa Tegak

## Legenda

— = Talang Air Hujan Ø 5"  
— = Pipa Tegak Air Hujan Ø 4"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

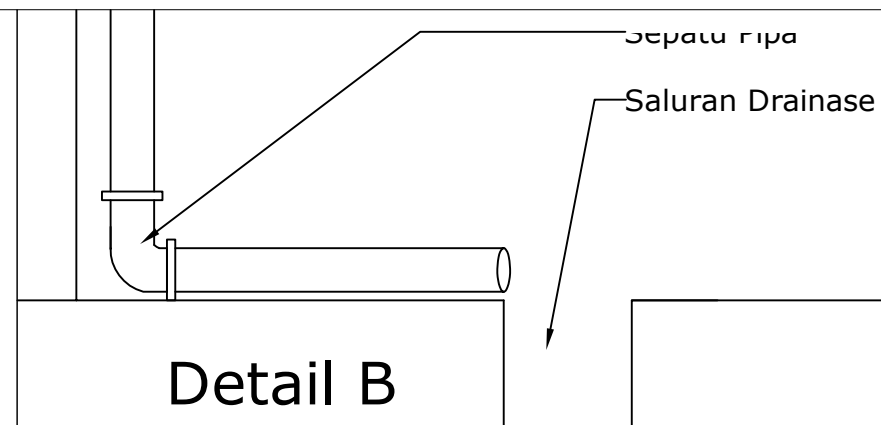
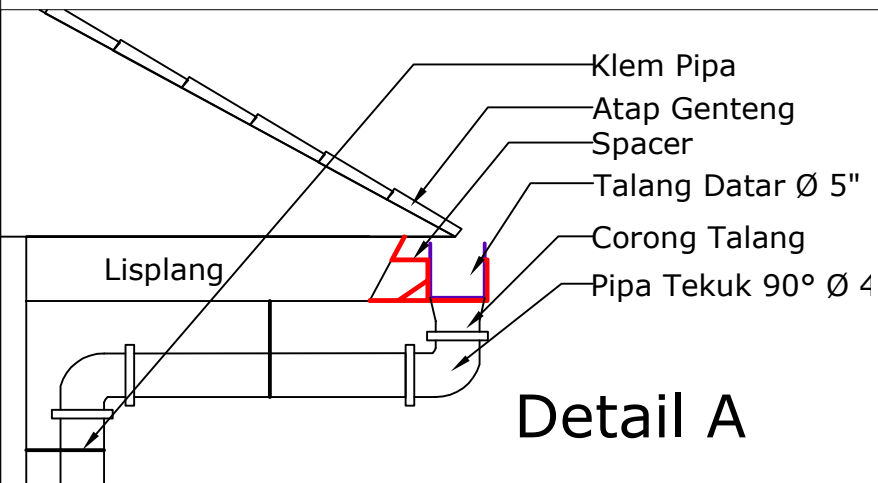
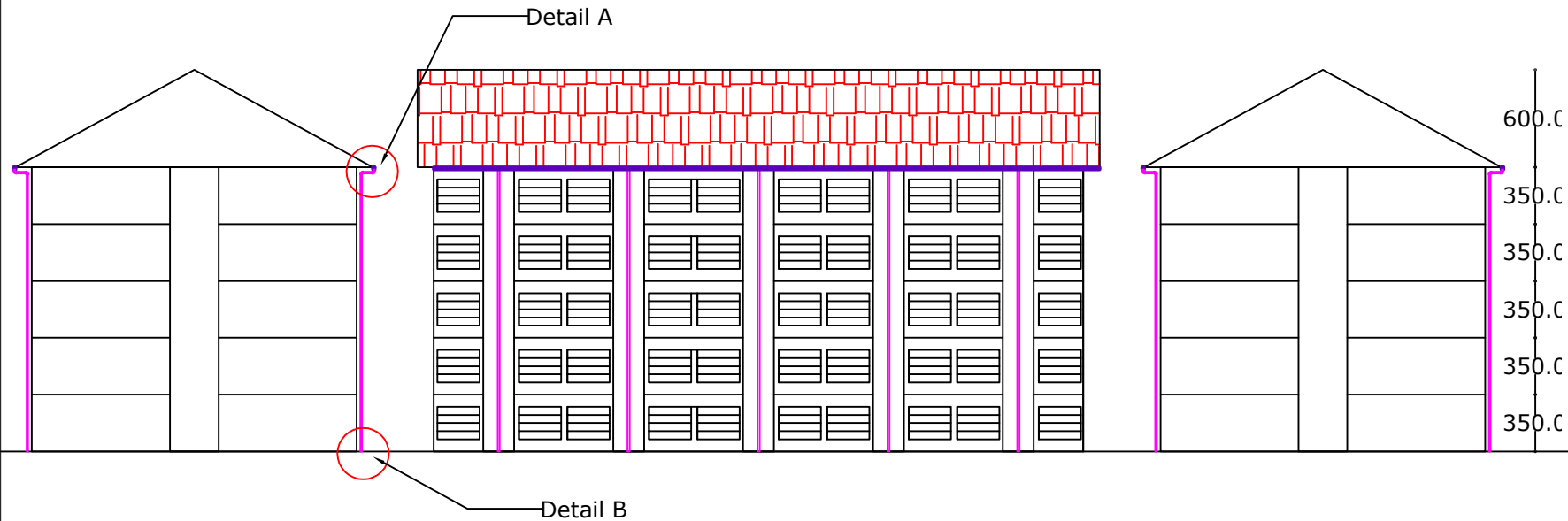
## Skala

1 : 400

No. Lembar Jumlah Lembar

18

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Saluran Air Hujan Eksisting

## Legenda

— = Saluran Air Hujan

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

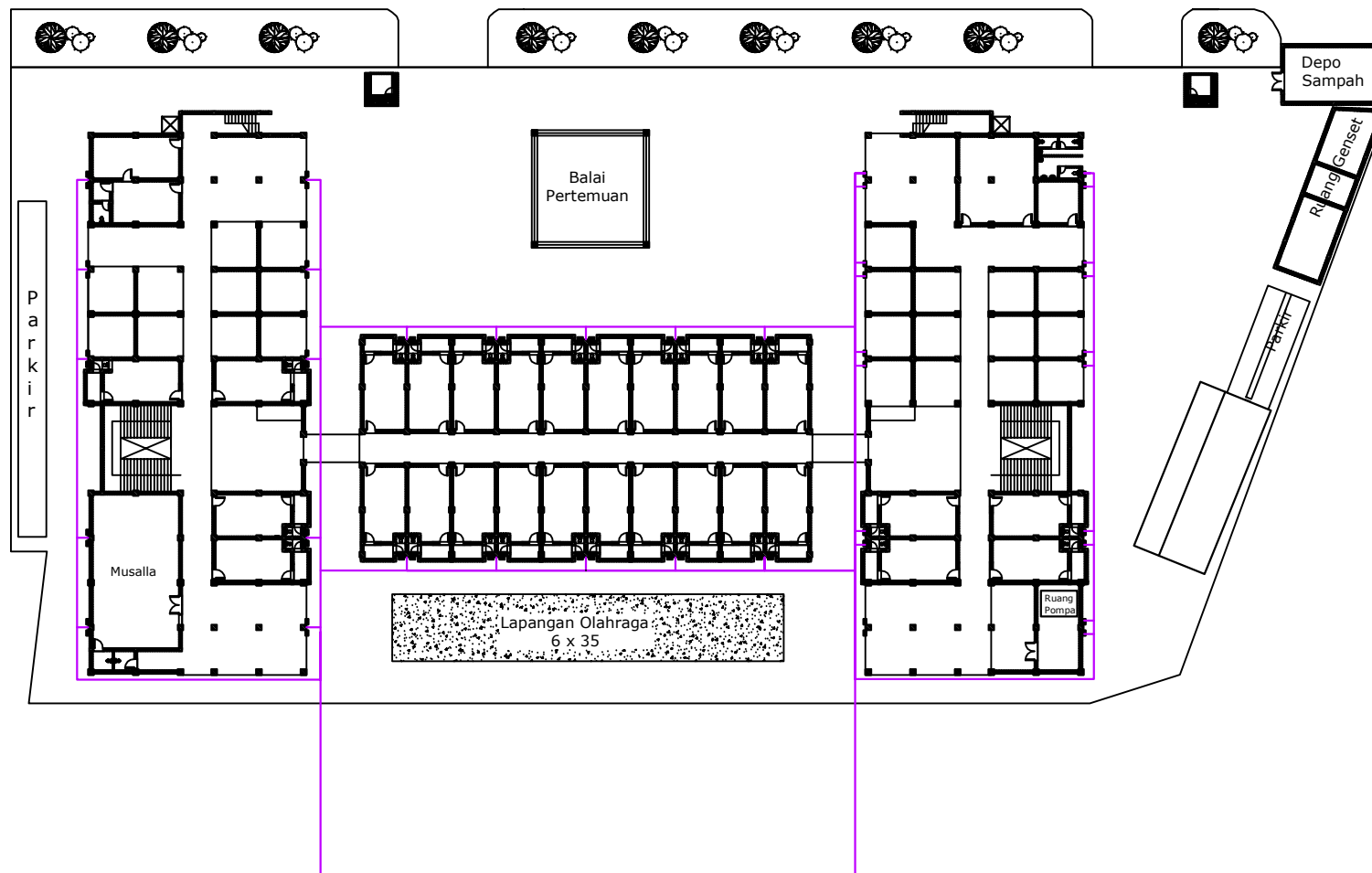
## Skala

1 : 600

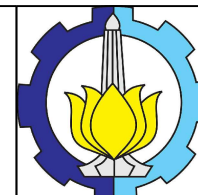
No. Lembar      Jumlah Lembar

19

34







Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Isometri Sistem  
Penyaluran Air Hujan

### Legenda

- = Talang Air Hujan Ø 5"
- = Pipa Tegak Air Hujan Ø 4"
- = Saluran Air Hujan

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

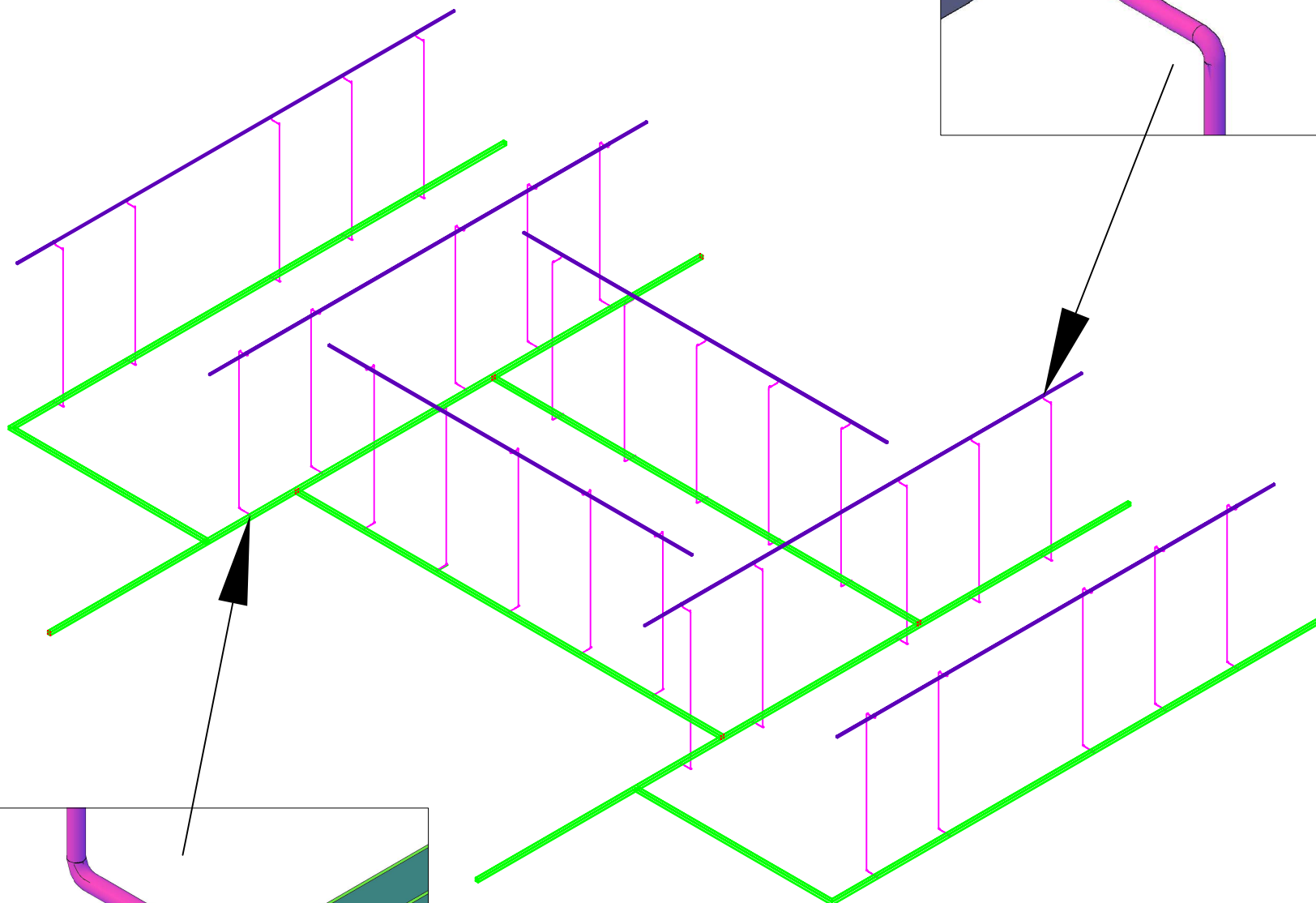
-

### No. Lembar

20

### Jumlah Lembar

34



**LAMPIRAN F (Ground Reservoir, Roof Tank, Tangki Septik, ABR dan Gerobak Sampah)**



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Layout Utilitas Eksisting  
Rumah Susun Gunungsari

## Legenda

- = Ground Resevoir
- = Tangki Septik
- = Shaft Pipa
- = Shaft Sampah
- = Roof Tank
- = Pipa Transfer Ø 4"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

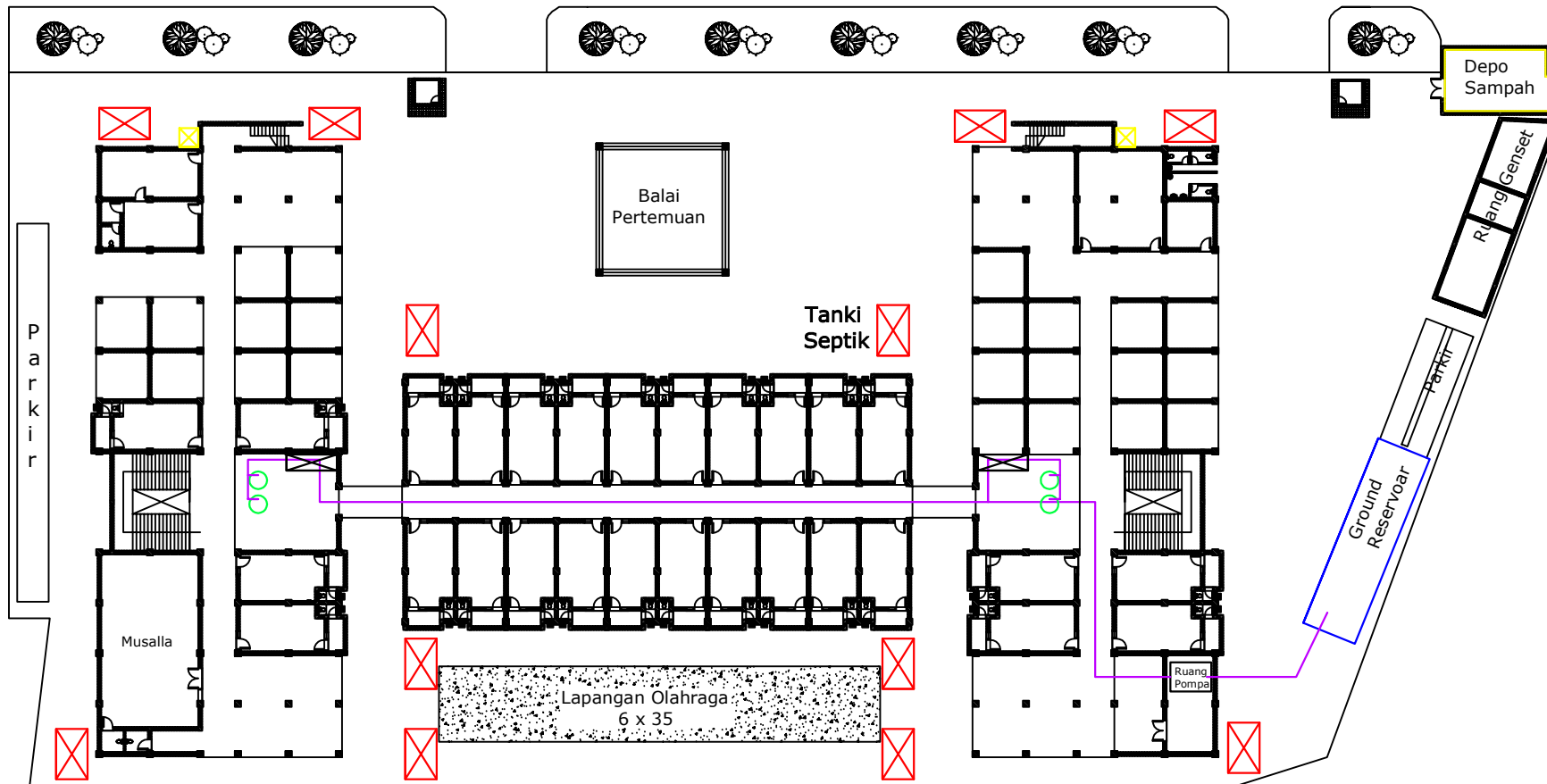
## Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

## Skala

1 : 500

No. Lembar	Jumlah Lembar
21	34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Layout Utilitas Rencana  
Rumah Susun Gunungsari

## Legenda

- = Ground Resevoir
- = Grease Trap & ABR
- = Tangki Septik
- = Shaft Pipa
- = Shaft Sampah
- = Roof Tank
- = Pipa Transfer Ø 4"

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

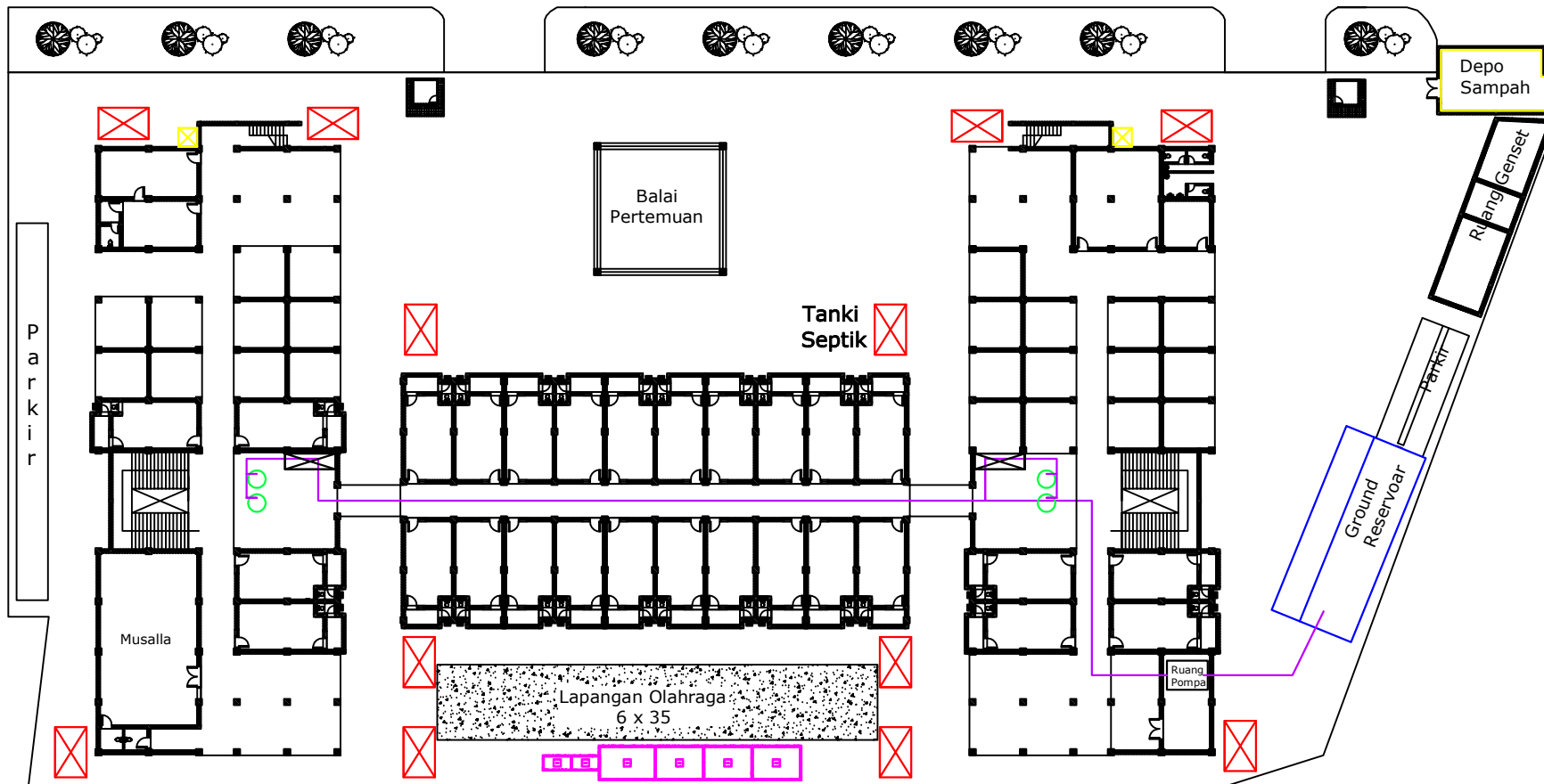
## Mahasiswa

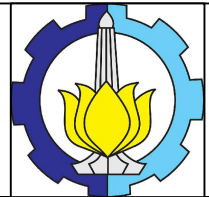
Thariq Miswary  
3313100106

## Skala

1 : 500

No. Lembar	Jumlah Lembar
22	34






Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

## Judul Gambar

Denah Ground Reservoir  
Eksisting  
Potongan A-A

## Legenda

 = Beton

## Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

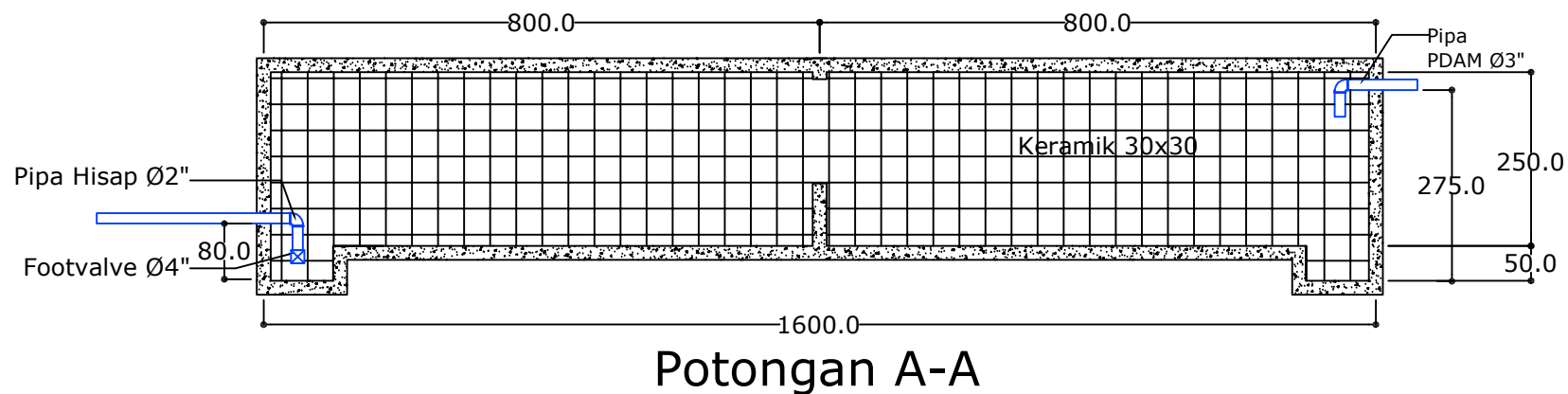
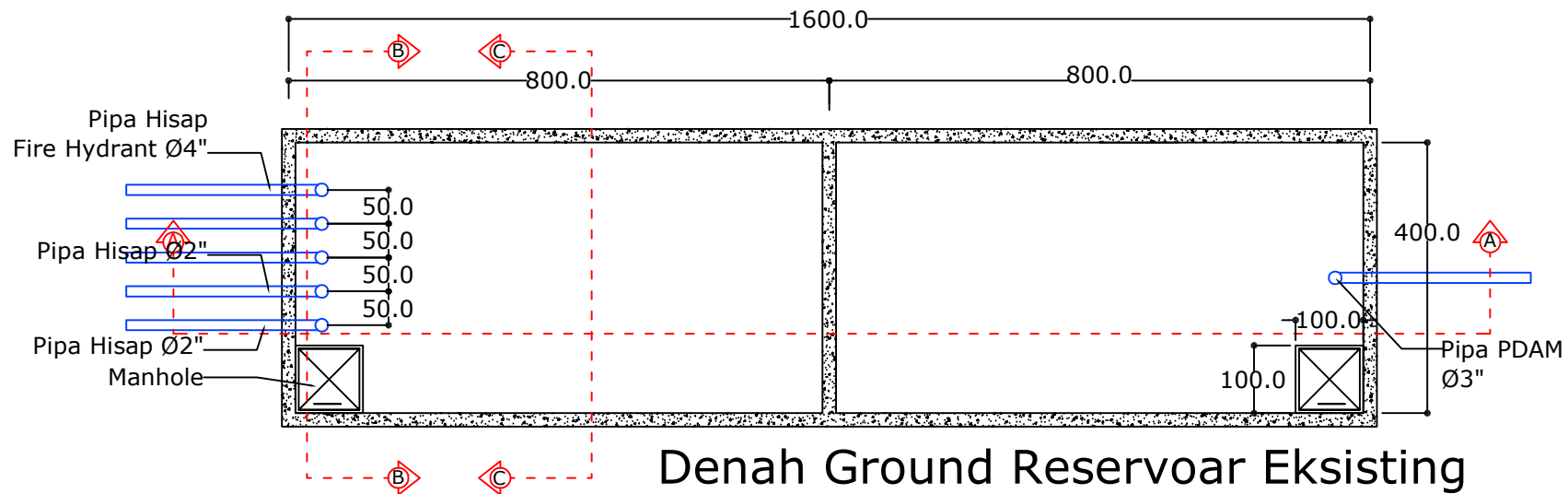
## Mahasiswa

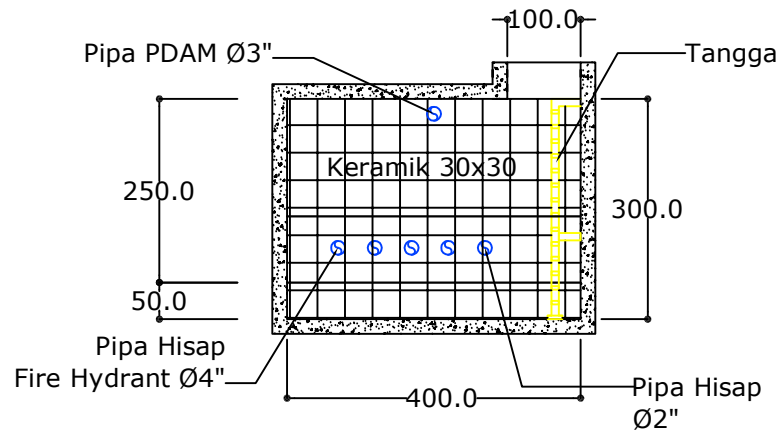
Thariq Miswary  
3313100106

## Skala

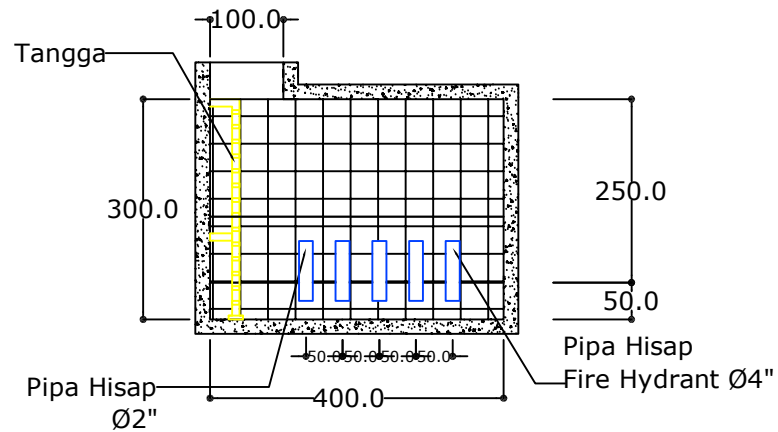
1 : 100

No. Lembar	Jumlah Lembar
23	34

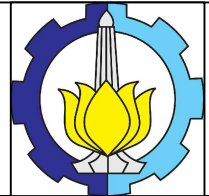




Potongan B-B



Potongan C-C




Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Potongan B-B  
dan  
Potongan C-C

Legenda

 = Beton

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

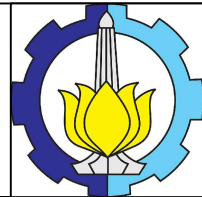
Skala

1 : 100

No. Lembar	Jumlah Lembar
------------	---------------

24

34




Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Denah Perluasan Ground  
Reservoir  
Potongan A-A

### Legenda

 = Beton

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

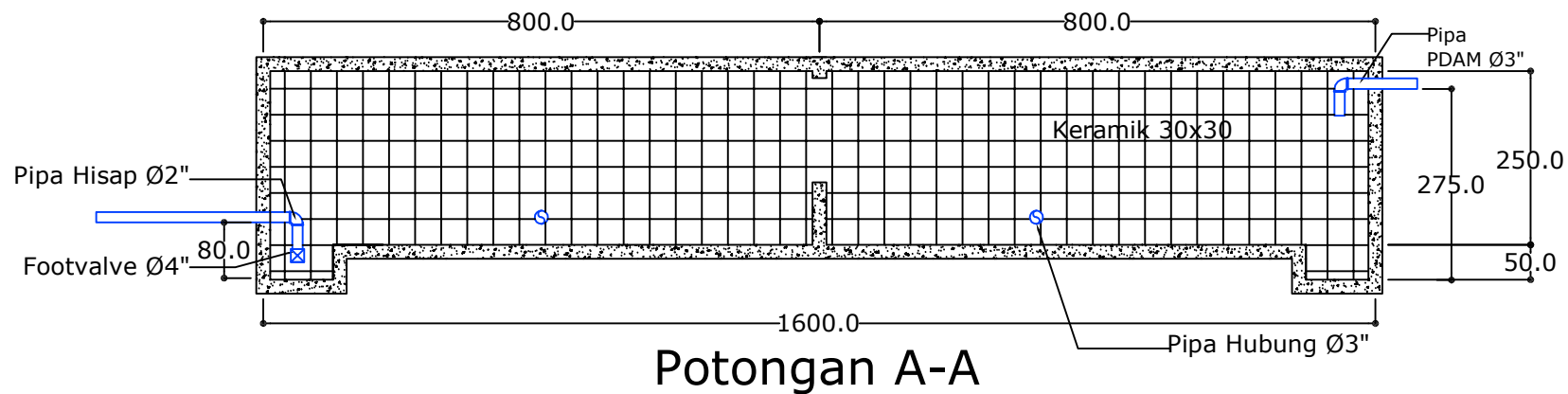
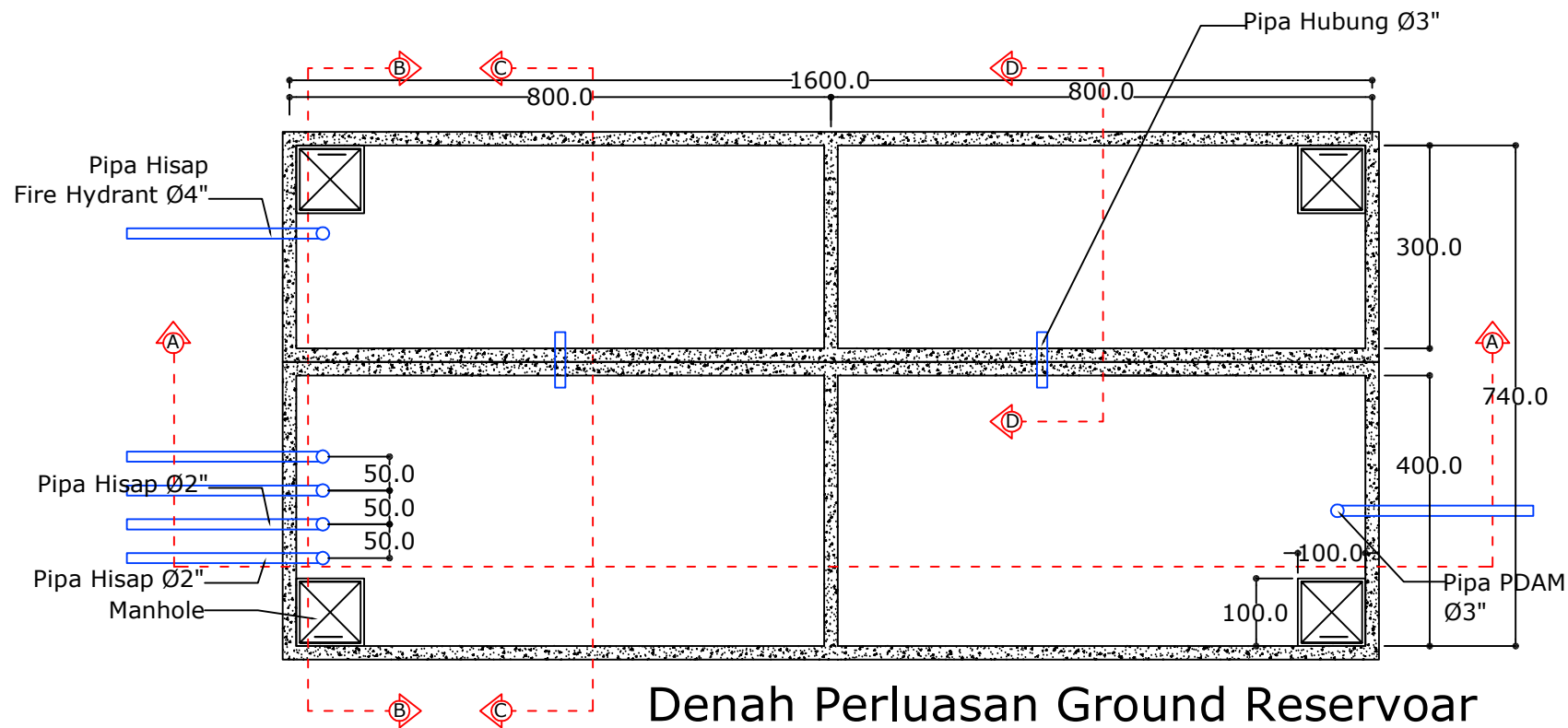
### Skala

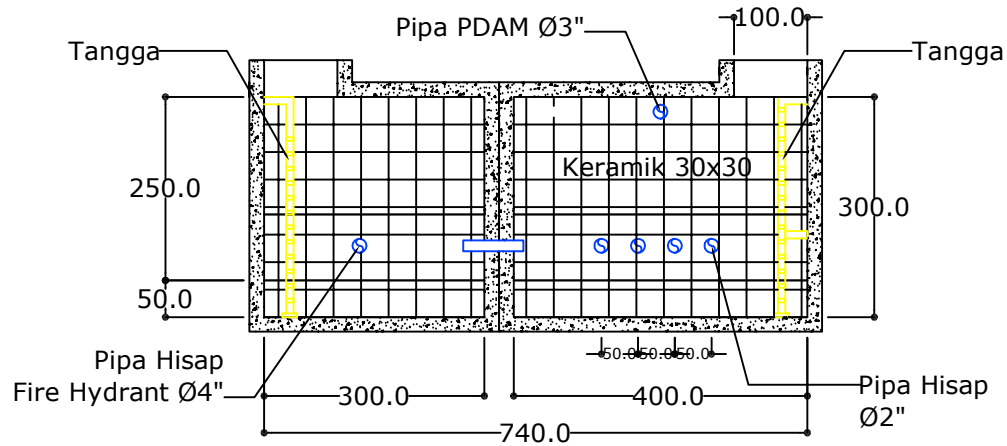
1 : 100

No. Lembar	Jumlah Lembar
------------	---------------

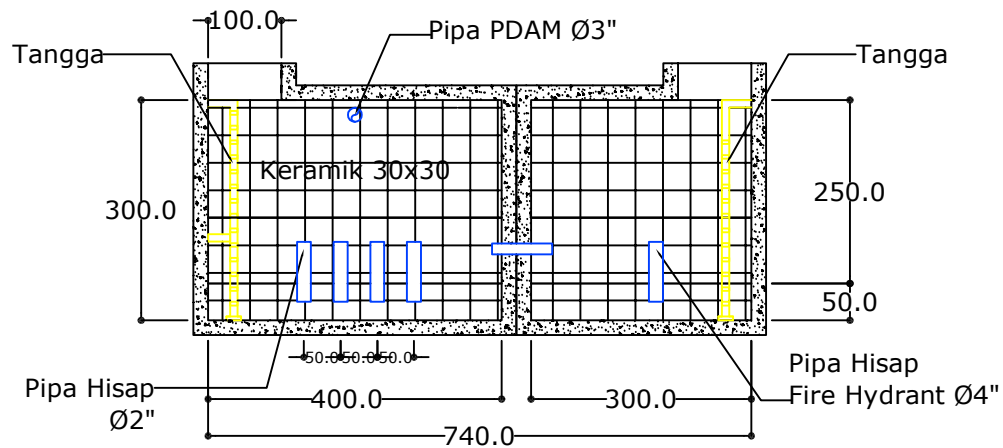
25

34

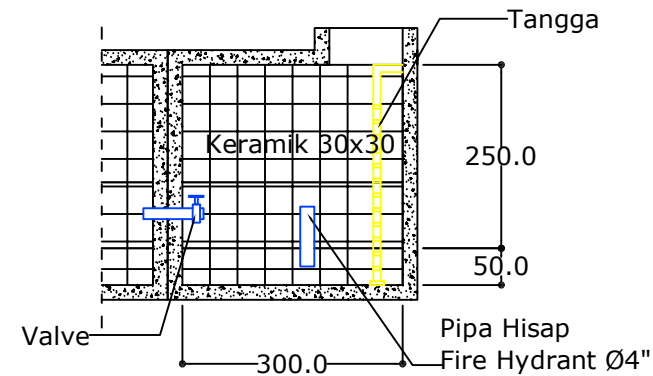




Potongan B-B



Potongan C-C



Potongan D-D



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember


Judul Gambar

Potongan B-B

Potongan C-C

Potongan D-D

Legenda

 = Beton

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

1 : 100

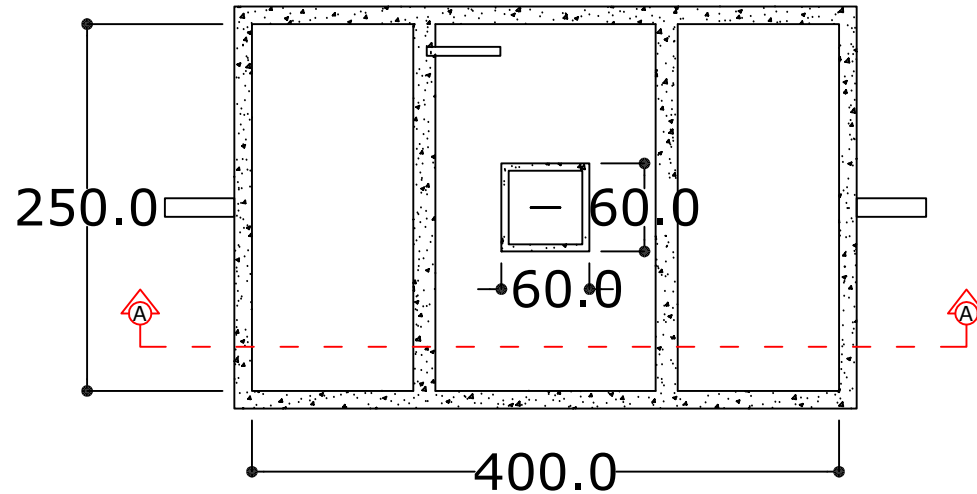
No. Lembar

26

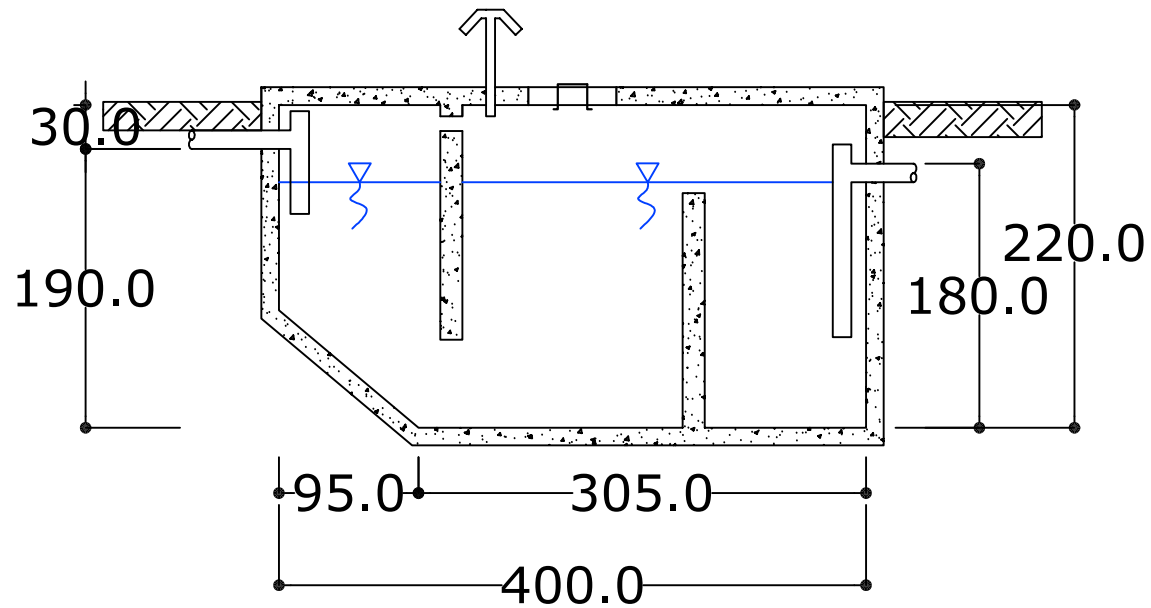
Jumlah Lembar

34





Denah Tanki Septik



Potongan A-A





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Denah Tanki Septik  
dan  
Potongan A-A

Legenda

-  = Beton
-  = Tanah

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

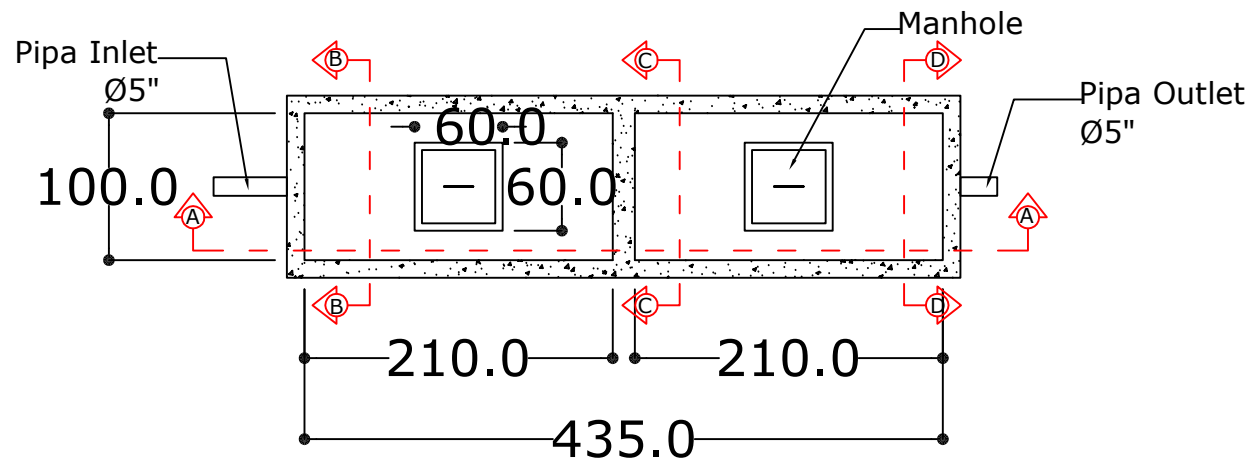
1 : 50

No. Lembar

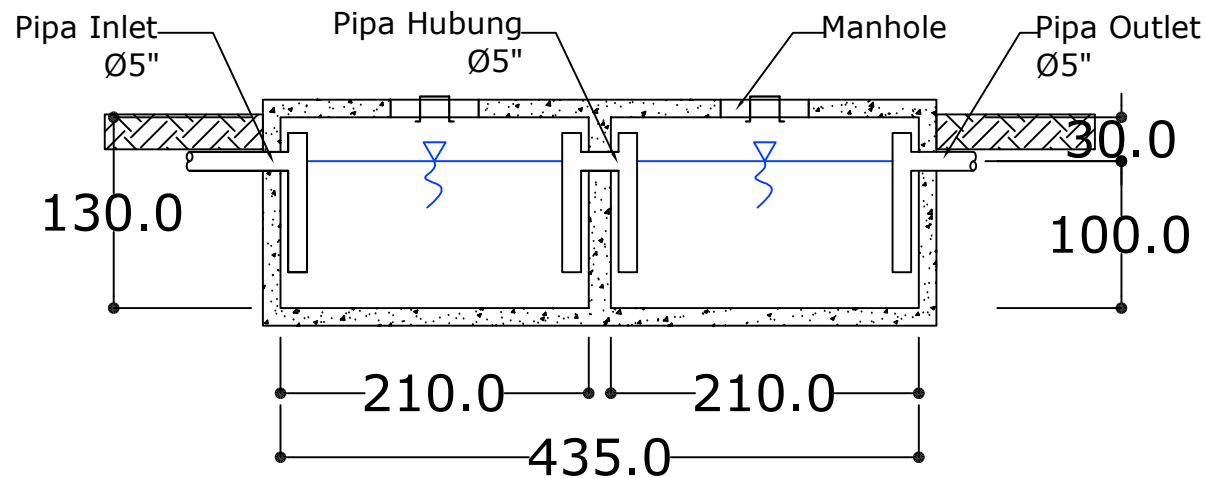
27

Jumlah Lembar

34



Denah Grease Trap



Potongan A-A





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Denah Grease Trap  
dan  
Potongan A-A

Legenda

-  = Beton
-  = Tanah

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

1 : 50

No. Lembar

28

Jumlah Lembar

34



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



### Judul Gambar

Potongan B-B

Potongan C-C

Potongan D-D

### Legenda

-  = Beton  
 = Tanah

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

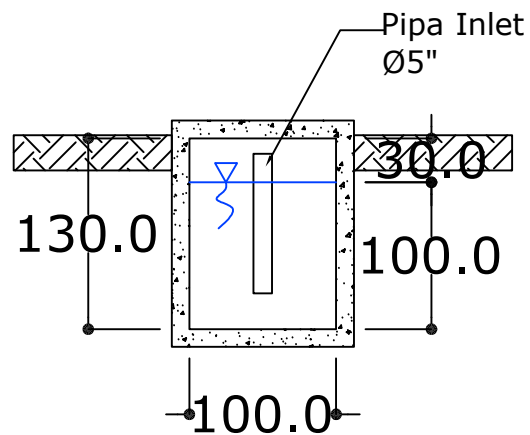
### Skala

1 : 50

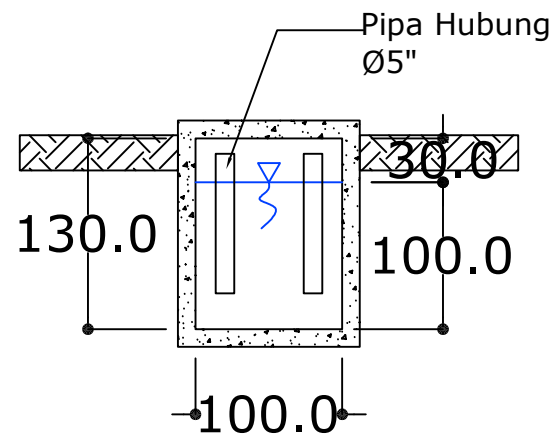
No. Lembar	Jumlah Lembar
------------	---------------

29

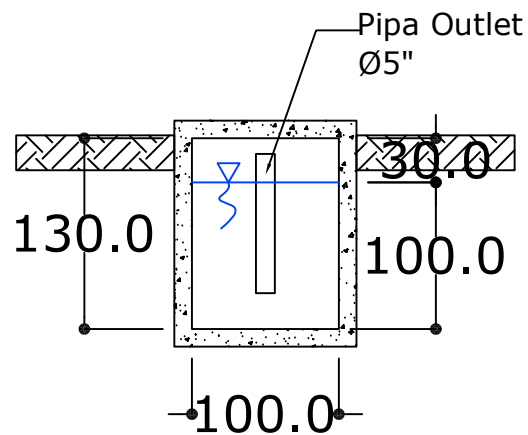
34



Potongan B-B



Potongan C-C



Potongan D-D






Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Denah Anaerobik Baffle Reactor  
dan  
Potongan A-A

### Legenda

-  = Beton
-  = Lumpur
-  = Tanah

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

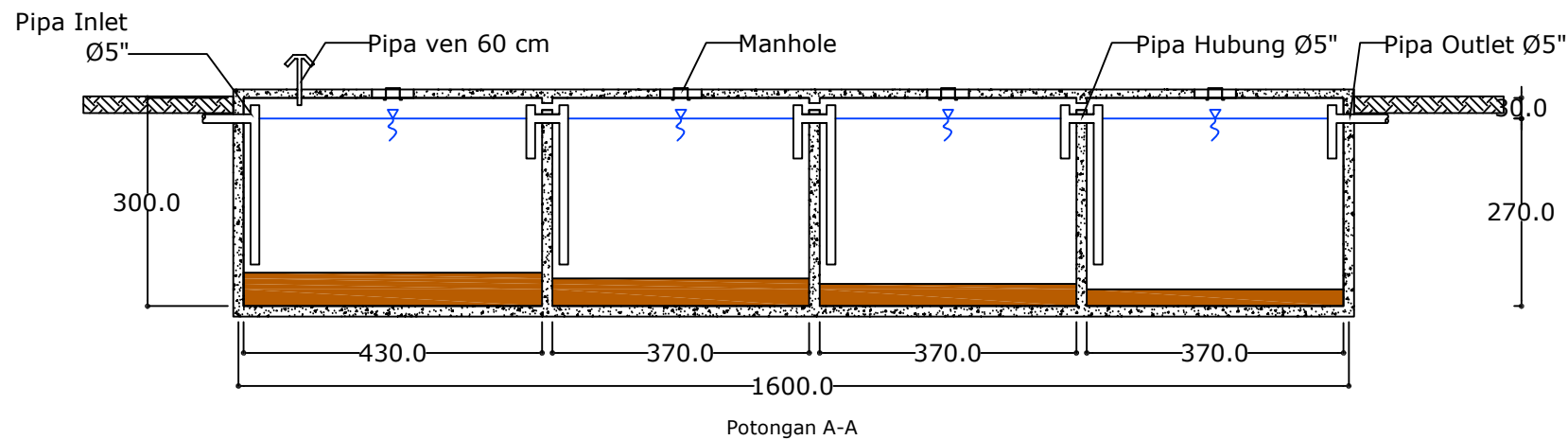
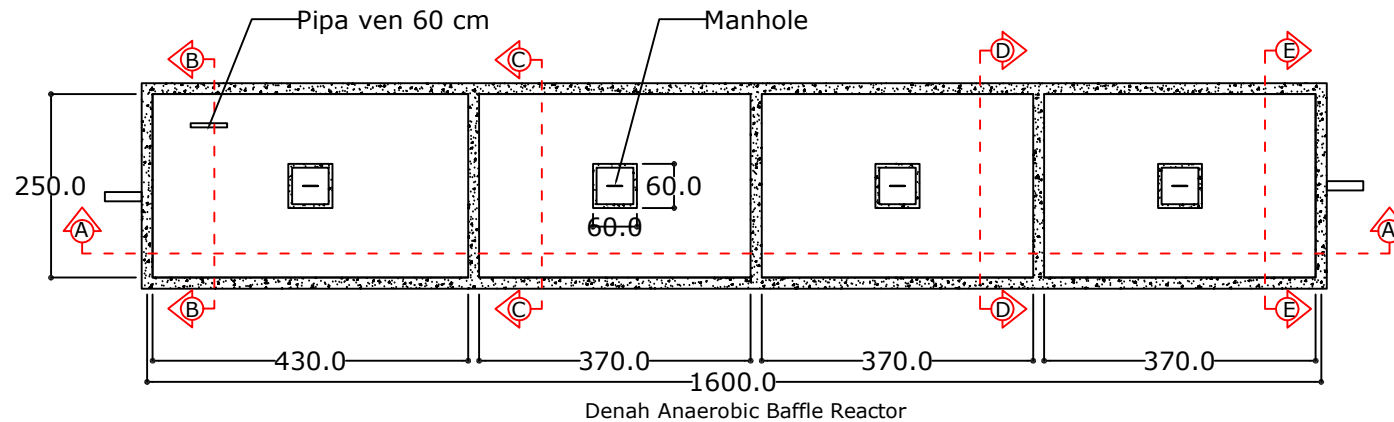
### Mahasiswa

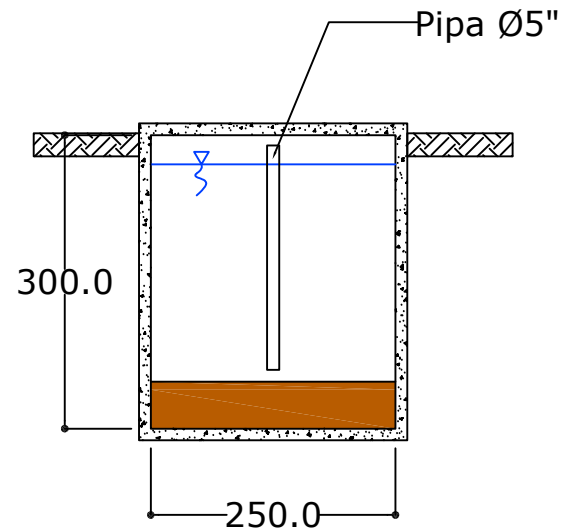
Thariq Miswary  
3313100106

### Skala

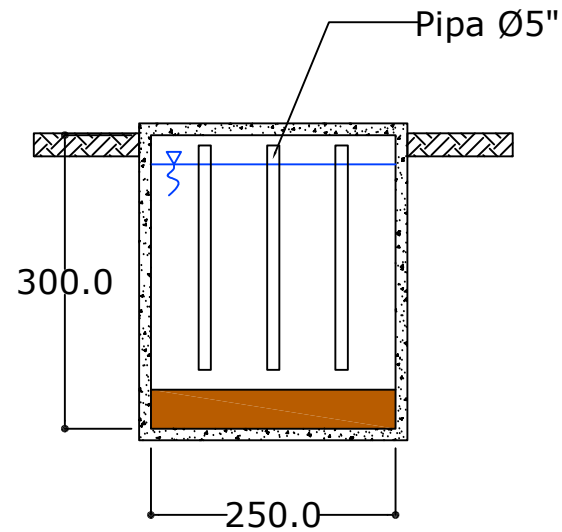
1 : 100

No. Lembar	Jumlah Lembar
30	34

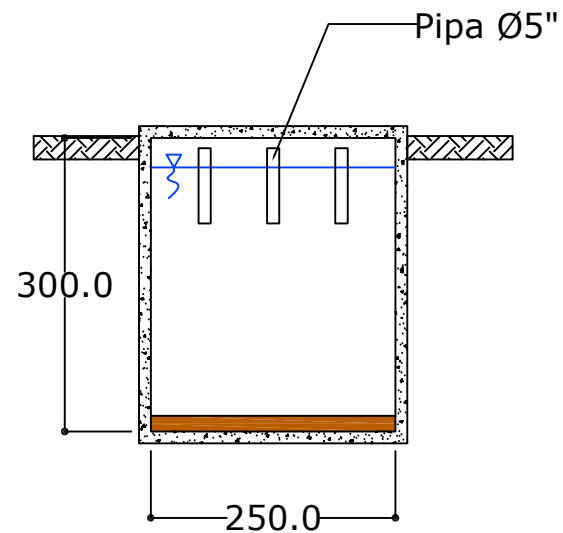




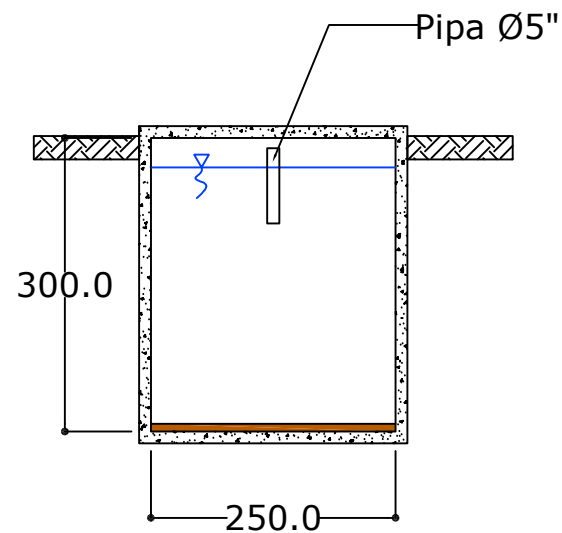
Potongan B-B



Potongan C-C



Potongan D-D



Potongan E-E






Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

### Judul Gambar

Potongan B-B  
Potongan C-C  
Potongan D-D  
Potongan E-E

### Legenda

-  = Beton
-  = Lumpur
-  = Tanah

### Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

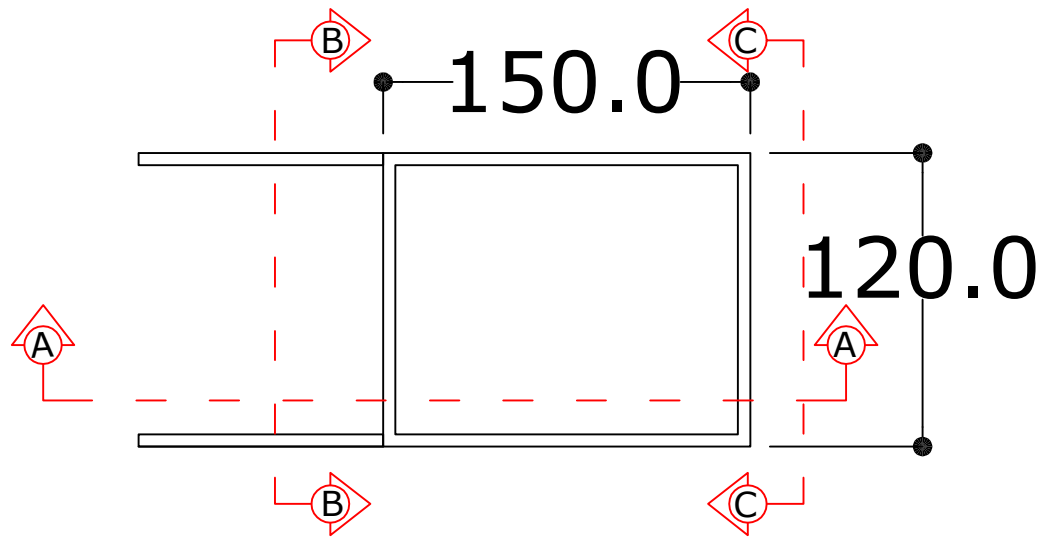
### Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

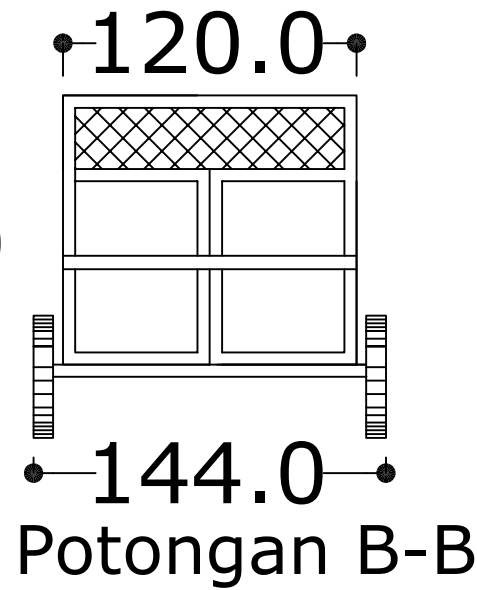
### Skala

1 : 75

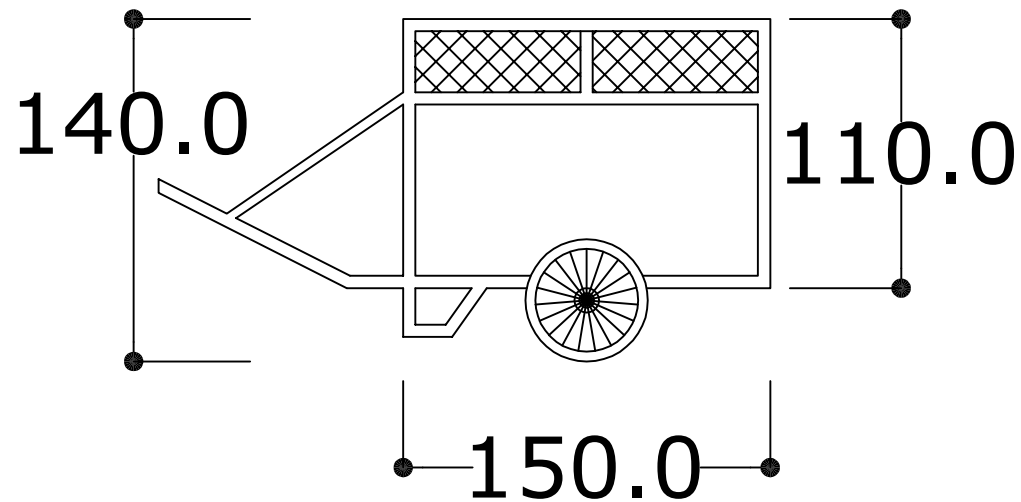
No. Lembar	Jumlah Lembar
31	34



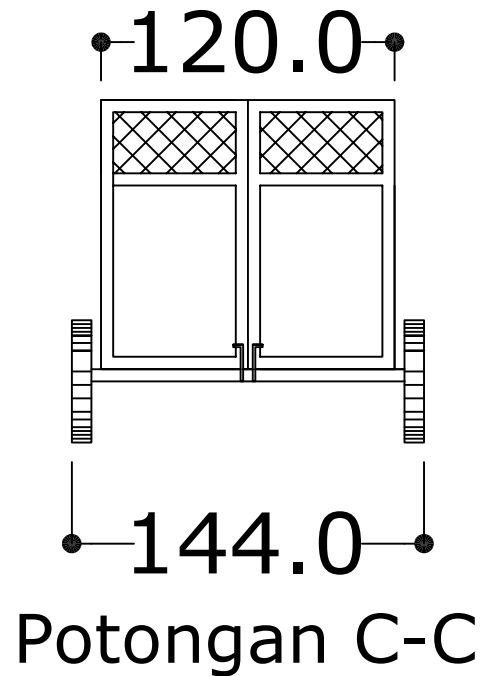
Gerobak Sampah



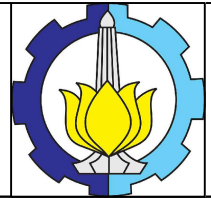
Potongan B-B



Potongan A-A



Potongan C-C




Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Gerobak Sampah Baru

Legenda

 = Kawat

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

1 : 30

No. Lembar

32

Jumlah Lembar

34



Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Tampak Depan  
Bangunan Blok A

Legenda

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

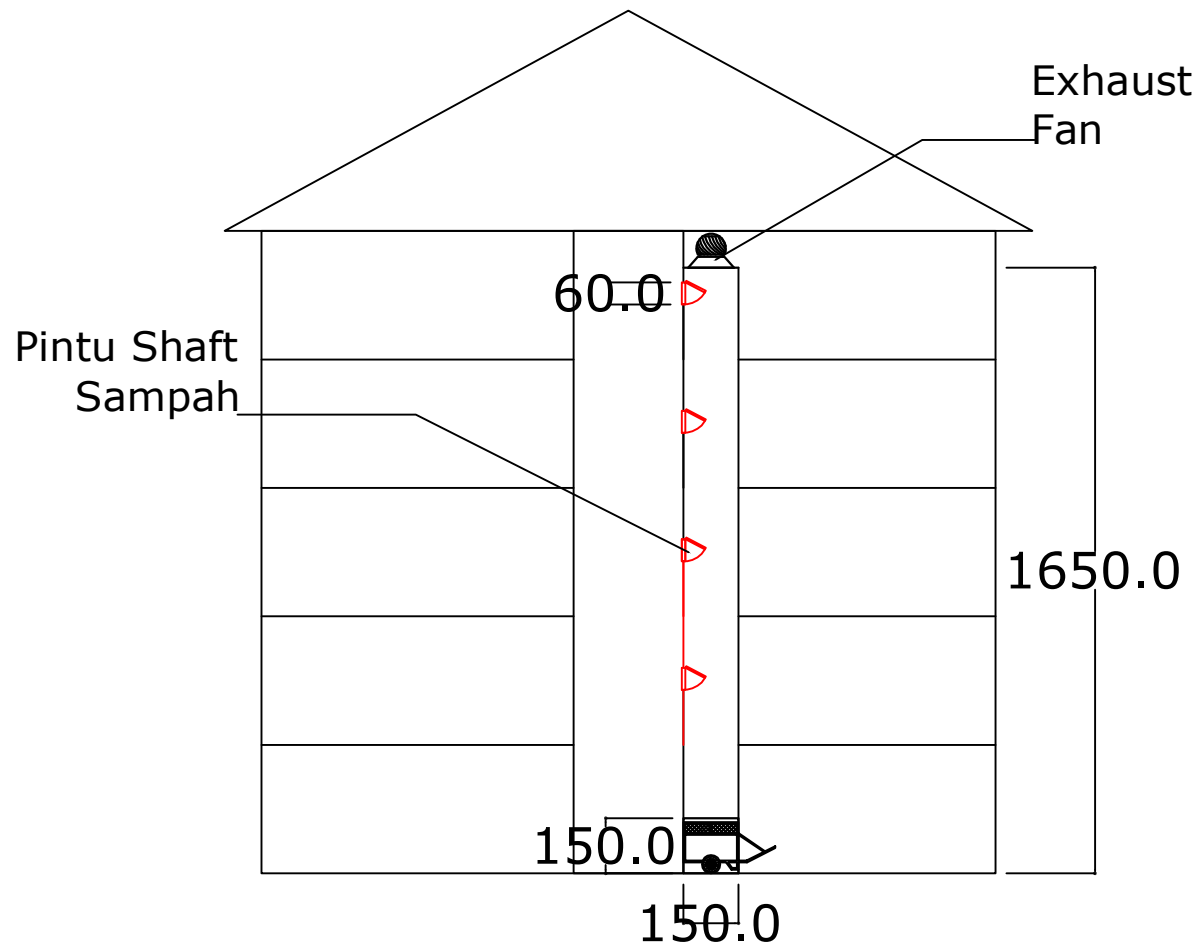
1 : 200

No. Lembar

33

Jumlah Lembar

34





Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Gambar

Tampak Kanan  
Bangunan Blok A

Legenda

Dosen Pembimbing

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng  
NIP. 19520707 198103 1 005

Mahasiswa

Thariq Miswary  
3313100106

Skala

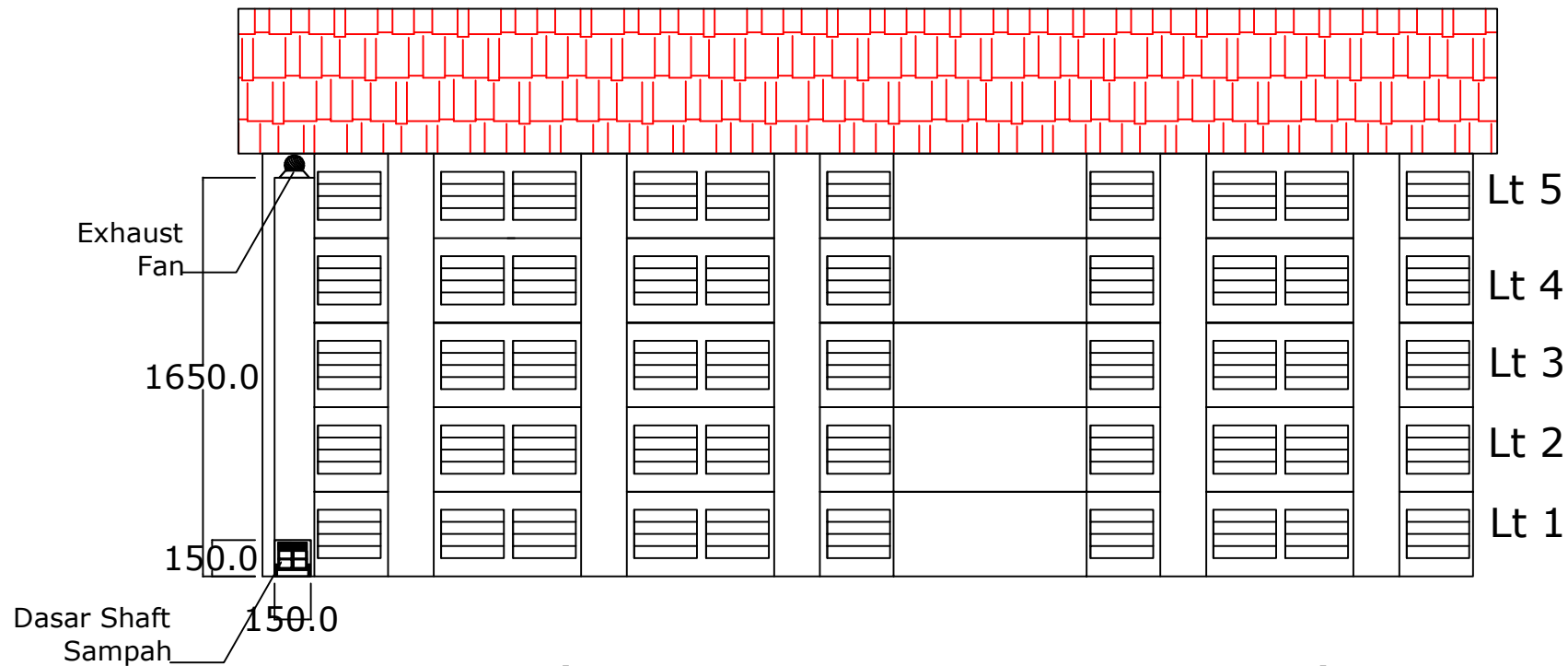
1 : 250

No. Lembar

34

Jumlah Lembar

34



Tampak Kanan Bangunan Blok A



**LAMPIRAN G (Data Curah Hujan)**

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2005

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	27	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	29
2	0	0	10	85	61	0	0	0	0	0	0	22
3	14	29	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	33	23	0	0	0	0	8	0	0	0	25
5	0	0	0	19	0	30	0	0	0	0	0	31
6	12	0	23	0	18	62	19	0	0	0	0	0
7	16	0	58	14	26	5	0	0	0	0	0	8
8	37	0	39	4	0	29	0	0	0	0	0	26
9	0	95	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6	55	15	0	6	0	0	0	0	0	0	20
11	65	0	0	9	8	0	15	0	4	0	9	0
12	0	12	0	4	9	0	90	0	0	0	0	7
13	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	16
14	4	10	0	0	0	1	11	0	0	14	0	1
15	12	6	11	58	0	2	0	0	0	0	0	68

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	4	0	0	0	12	0	0	0	0	0	2
17	0	12	0	0	0	0	15	0	0	0	0	22
18	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	20	0	0	0	0	0	0	18	0	0
20	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	9	5
21	0	21	24	0	0	6	0	0	0	0	22	38
22	8	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	0	22	0	0	0	29	0	0	0	0	0	30
24	0	12	2	0	0	0	0	0	0	25	60	0
25	9	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	24
26	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	7
27	0	15	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3
28	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		3	6	0	0	0	0	0	0	0	18
30	0		4	0	0	0	0	0	25	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2006

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	4	12	17	42	18	12	0	0	0	0	0	0
2	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	10	0	0	12	0	0	0	0	0	51
4	100	3	30	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5	15	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	17
6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	4	41	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	20	37	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	37	5	0	0	0	0	0	0	0
10	61	63	0	3	56	0	0	0	0	0	0	0
11	10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	8	0	17	20	0	0	0	0	0	0	0	0
13	7	67	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	22	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	21	24	18	0	0	0	0	0	0	0	0	22
18	8	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	29	63	0	0	0	0	0	0	0	0	14
20	0	49	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	15	0	13	0	0	0	0	0	0	0	15
22	0	35	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0
23	0	15	26	8	0	0	0	0	0	0	0	0
24	25	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	25	0	0	18	0	0	0	0	0	3	2
28	0	0	23	0	1	0	0	0	0	0	14	0
29	38		45	0	0	0	0	0	0	0	0	12
30	0		0	59	11	0	0	0	0	0	0	53
31	18		0		28		0	0		0		0

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2007

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	32	0	27	0	0	0	0	0	0	6	0
4	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60
5	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
6	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
7	0	27	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	32	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	0	38	18	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	31	0	12	0	0	0	0	0	0	37
18	8	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	48
19	29	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	30
20	0	0	0	27	0	4	0	0	0	0	0	0
21	0	24	41	31	47	0	0	0	0	0	0	62
22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	38	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
24	54	12	0	18	0	0	0	0	0	0	0	16
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
26	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
27	31	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
30	0		19	0	0	0	0	0	0	0	0	10
31	51		37		7		0	0		0		6

## Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2008

[illegible]



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	40	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	60
17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
18	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	3
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	30	13
21	20	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	26	0	0	11	0	0	0	0	0	0	3	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	10	0	0	0	0	0	0	20	8	0
25	0	30	17	0	0	0	0	0	0	0	20	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	0
27	0	9	4	0	0	3	0	0	0	4	0	26
28	36	0	7	10	0	0	0	0	0	0	5	70
29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3		0		0		0	0		65		8

## Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2009

[illegible]

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
17	15	0	73	0	6	0	0	0	0	0	0	84
18	0	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	1	22	0	0	0	0	0	0	0
20	12	20	8	18	6	0	0	0	0	0	0	0
21	10	8	0	12	0	0	0	0	0	0	0	60
22	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0
23	0	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
24	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	71	0	0	25	0	0	0	0	0	34	0
27	0	2	0	16	0	0	0	0	0	0	18	9
28	0	41	0	0	5	0	0	0	0	0	12	0
29	0		0	1	0	0	0	0	0	0	0	85
30	0		20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	74		5		10		0	0		0		5

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2010

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	45	0	16	24	13	0	0	0	0	0	18	15
2	35	18	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	58	12	22	37	0	13	0	0	0	0	110
4	0	60	0	0	0	3	0	0	0	0	0	21
5	5	26	28	0	0	7	0	0	0	0	15	0
6	0	46	14	53	0	6	0	0	20	0	16	56
7	0	27	3	0	0	20	0	0	12	0	53	0
8	38	13	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
9	3	14	0	0	10	17	0	0	0	9	0	0
10	0	3	15	4	45	0	15	0	0	0	0	9
11	40	6	0	23	14	7	0	0	3	0	12	0
12	5	7	12	42	3	0	5	0	11	0	0	0
13	4	19	0	10	25	0	0	0	4	3	0	0
14	0	4	0	15	8	0	0	0	6	0	0	4
15	0	20	0	15	0	0	0	0	0	0	0	17

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	0	0	75	0	0	0	0	7	58	0	0
17	0	0	0	6	22	0	0	0	0	15	14	9
18	0	5	0	21	0	0	0	0	18	38	0	0
19	0	40	42	0	5	0	0	0	0	0	0	0
20	40	75	30	4	12	0	0	0	6	0	0	18
21	48	20	17	0	0	0	0	0	4	12	22	0
22	15	0	0	10	20	0	0	0	6	38	0	0
23	20	75	0	15	23	0	0	0	8	0	0	12
24	30	0	56	4	49	0	0	12	11	0	0	42
25	38	0	69	21	18	0	0	0	0	0	10	0
26	30	50	0	23	0	0	0	0	0	0	0	37
27	5	13	0	20	0	0	0	0	0	0	0	12
28	17	0	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
30	17		0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
31	19		0		3		0	0		30		0



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52
17	4	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	22	33
19	0	5	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	0	9	0	11	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0
24	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
25	13	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	31
26	24	0	53	44	0	0	0	0	0	0	0	19
27	0	0	0	12	0	0	0	0	0	17	0	31
28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0
29	0		31	15	27	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	22	0	0	0	0	0	0	14	0
31	33		0		0		0	0		0		58

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2012

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	75	12	14	0	0	0	0	0	0	0	0	45
2	80	23	0	10	0	0	0	0	0	0	0	30
3	0	19	0	0	10	0	0	0	0	0	0	25
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	50	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	60
6	24	7	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	65	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	32	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22
11	0	28	19	0	0	0	0	0	0	0	0	23
12	5	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
13	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	10	0	23	0	0	0	0	0	0	0
15	52	12	7	21	18	0	0	0	0	0	0	30



TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	62	30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	8	4	19	0	0	0	0	0	0	0	15	12
19	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
20	37	3	20	0	0	0	0	0	0	0	46	8
21	0	5	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
22	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
23	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	13	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	27
27	0	0	36	6	0	0	0	0	0	0	0	65
28	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
30	95		0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
31	18		0		0		0	0		0		45

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2013

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	42	49	73	37	15	0	0	0	0	0	0	0
2	58	17	0	15	0	0	0	0	0	0	0	22
3	12	23	6	0	0	15	68	0	0	0	0	0
4	62	27	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	33
6	0	0	0	35	0	25	0	0	0	0	0	8
7	42	0	17	0	0	17	0	0	0	0	0	11
8	0	0	9	23	0	0	0	0	0	0	0	13
9	0	0	17	0	24	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	63	19	12	0	0	0	0	0	0	0
11	0	8	35	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	0	20	0	21	0	0	0	0	0	0	6
13	0	0	11	12	0	0	0	0	0	0	0	13
14	0	35	58	5	39	5	0	0	0	0	0	15
15	39	0	30	20	0	39	0	0	0	0	0	23

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	22	22	26	0	0	0	0	0	0	5	42
17	0	18	23	0	0	0	0	0	0	0	10	23
18	41	21	35	0	0	52	0	0	0	0	5	63
19	21	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	35
20	32	0	0	5	20	0	0	0	0	0	17	32
21	27	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0	17
22	16	0	0	0	10	0	0	0	0	0	8	8
23	14	0	0	87	20	0	0	0	0	0	8	31
24	0	7	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0
25	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
26	0	15	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
27	72	53	0	0	41	15	0	0	0	0	0	0
28	68	31	53	0	23	41	0	0	0	0	15	0
29	60		25	0	0	0	0	0	0	0	22	0
30	0		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2014

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	9	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	23	12	27	0	19	0	0	0	0	0	0	7
4	64	0	36	8	15	0	0	0	0	0	0	0
5	9	0	65	15	18	0	8	0	0	0	0	0
6	12	0	17	19	32	0	0	0	0	0	0	72
7	14	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	48
8	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	17
10	16	4	57	0	0	19	0	0	0	0	0	0
11	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	17
12	0	6	30	11	0	15	0	0	0	0	0	0
13	8	0	63	0	15	16	0	0	0	0	0	0
14	0	15	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	18	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	6	21	2	19	0	0	0	0	0	0	15	0
17	0	45	6	0	0	34	0	0	0	0	16	12
18	4	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	45
19	0	18	12	0	0	62	0	0	0	0	0	83
20	7	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
22	0	58	0	34	0	0	8	0	0	0	0	11
23	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
25	0	0	0	42	18	0	32	0	0	0	0	24
26	15	8	0	22	22	0	0	0	0	0	0	19
27	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
28	6	25	0	5	0	0	0	0	0	0	0	18
29	0		48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	4		27	4	0	8	0	0	0	0	4	22
31	0		17		0		0	0		0		13

Data Curah Hujan Stasiun Hujan Wonokromo Tahun 2015

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	48	0	9	0	0	0	0	0	0	0
2	8	14	49	7	19	0	0	0	0	0	0	0
3	14	22	3	8	27	0	0	0	0	0	0	0
4	0	32	0	9	37	0	0	0	0	0	0	18
5	0	24	45	0	0	0	0	0	0	0	0	29
6	0	13	32	0	0	0	0	0	0	0	0	36
7	0	11	0	10	0	0	0	0	0	0	0	21
8	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	37	25	0	0	5	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	46	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
13	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	28	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	42	0	49	0	0	0	0	0	0	0	27

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
16	0	22	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	27	21	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	15	6	22	0	0	0	0	0	0	0	0
19	16	5	7	0	0	0	0	0	0	0	4	14
20	45	18	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	11	32	0	0	0	0	0	0	0	11
22	0	61	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	30	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0
25	21	0	0	0	19	0	0	0	0	0	4	0
26	41	5	0	0	31	0	0	0	0	0	8	26
27	0	4	0	8	21	0	0	0	0	0	4	29
28	21	6	0	16	0	0	0	0	0	0	0	44
29	23		8	8	0	0	0	0	0	0	0	63
30	57		0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
31	0		8		0		0	0		0		9

## **LAMPIRAN H (Daftar Harga Barang)**



## A. Harga Perpipaan Air Hujan

### Pipa Tegak



#### INFO PRODUK

+ Nama	Down Pipe 87.5 mm
+ Kode	PT87
+ Bentuk	Bundar memanjang
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Harga	Rp. 95.000,- / meter
+ Fungsi	Pipa tegak digunakan untuk menyalurkan air ke arah tanah agar air mengalir dari atas menuju tempat yang diinginkan

### Talang Datar



#### INFO PRODUK

+ Nama	Gutter 150 mm
+ Kode	TD15 (15cm) / TDJ20 (20cm)
+ Bentuk	Setengah Lingkaran
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Harga	Rp. 95.000,- / Rp. 155.000,- (meter)
+ Fungsi	Bentuk ini berfungsi untuk mengalirkan air yang masuk dari atap akibat hujan dan menyalurkannya ke corong pembuangan air

### Penyambung Talang



#### INFO PRODUK

+ Nama	Gutter Join
+ Kode	PYT15 (15cm) / PYTJ (20cm)
+ Harga	Rp. 45.000,- / Rp. 55.000,- (unit)
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Berfungsi menyambungkan lonjoran antar talang datar

### Sepatu Pipa



#### INFO PRODUK

+ Nama	Shoe
+ Kode	SP
+ Harga	Rp. 100.000,- / unit
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Mengalirkan air ke saluran yang diinginkan setelah turun melalui pipa tegak

### Penggantung Talang



#### INFO PRODUK

+ Nama	Bracket
+ Kode	BR15 (15cm) / BRJ20 (20cm)
+ Harga	Rp. 38.500,- / Rp. 55.000,- (unit)
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Berfungsi untuk menggantungkan talang datar dengan pinggiran atap rumah dengan diintegrasikan menggunakan spacer

### Spacer



#### INFO PRODUK

+ Nama	Spacer
+ Kode	SP15 / SPJ20
+ Harga	Rp. 16.500,- / Rp. 22.000,- (unit)
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Menyatukan penggantung talang dengan lisplang dan untuk menyesuaikan letak talang terhadap genting

### Penutup Talang



#### INFO PRODUK

+ Nama	Stopend
+ Kode	PTG15 ((15cm) / PTGJ (20cm)
+ Harga	Rp. 75.000,- / Rp. 95.000,- (pair)
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Merupakan penutup ujung-ujung talang datar dimana sudah tidak ada lagi sambungan talang ke arah lain

### Penahan Pipa



#### INFO PRODUK

+ Nama	Pipe Holder
+ Kode	PP
+ Harga	Rp. 45.000,- / unit
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Fungsi	Dipergunakan untuk menahan pipa tegak agar menjadi lebih kuat dan tidak goyah ketika menahan aliran air

### Pipa Lengkung



#### INFO PRODUK

+ Nama	Bend Pipe
+ Kode	PLG
+ Bentuk	Pipa bulat melengkung
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Harga	Rp. 100.000,- / unit
+ Fungsi	Pipa lengkung difungsikan untuk membelokkan aliran air dan mengarahkannya ke pipa lain atau pipa tegak menuju tempat pembuangan akhir

### Corong Penyambung



#### INFO PRODUK

+ Nama	Nozzle
+ Kode	CP15 (15cm) / CPJ15 (20cm)
+ Bentuk	Corong
+ Warna	Putih, Coklat, Hitam
+ Harga	Rp. 95.000,- / Rp. 130.000,- (unit)
+ Fungsi	Penyambung talang datar dengan pipa tegak yang akan menjadi corong turunnya air hujan

## B. Harga Pengadaan Gerobak Sampah

TITTLE . GEROBAK SAMPAH BESI		Rp. 1.900.000,00	
OUT DOOR			

### C. Rincian Harga Pekerjaan

N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
1	<b>Pembongkaran Paving Dipakai Kembali</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.02	O.H	158,000.00	3,160.00
	Pembantu Tukang	0.04	O.H	110,000.00	4,400.00
					7,560.00
2	<b>Galian Tanah</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.02	O.H	125,000.00	2,500.00
	Pembantu Tukang	0.25	O.H	95,000.00	23,750.00
					26,250.00
3	<b>Pemindahan Tanah Bekas Galian</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.05	O.H	158,000.00	7,900.00
	Pembantu Tukang	0.529	O.H	110,000.00	58,190.00
					66,090.00
4	<b>Lantai Kerja K-100</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.06	O.H	158,000.00	9,480.00
	Kepala Tukang Batu	0.02	O.H	148,000.00	2,960.00
	Tukang Batu	0.2	O.H	121,000.00	24,200.00
	Pembantu Tukang	1.2	O.H	110,000.00	132,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Semen PC 40 Kg	5.75	Zak	60,700.00	349,025.00
	Pasir Cor	0.5581 25	m <sup>3</sup>	243,000.00	135,624.38
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.5405 26	m <sup>3</sup>	487,900.00	263,722.78

N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
	Air Kerja	215	Liter	28.00	6,020.00
					923,032.16
5	<b>Plat Alas Beton Bertulang K-300</b>				
	Upah				
	Mandor	0.265	O.H	158,000.00	41,870.00
	Kepala Tukang Besi	0.262	O.H	148,000.00	38,776.00
	Tukang Besi	1.05	O.H	121,000.00	127,050.00
	Kepala Tukang Batu	0.275	O.H	121,000.00	33,275.00
	Tukang Batu	1.3	O.H	121,000.00	157,300.00
	Pembantu Tukang	5.3	O.H	110,000.00	583,000.00
	Bahan				
	Semen PC 40 Kg	8.4	Zak	60,700.00	509,880.00
	Pasir Cor	0.54	m <sup>3</sup>	243,000.00	131,220.00
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.81	m <sup>3</sup>	487,900.00	395,199.00
	Besi Beton Polos	157.5	Kg	12,500.00	1,968,750.00
	Paku Usuk	1.5	Kg	19,800.00	29,700.00
	Kawat Beton	2.25	Kg	25,500.00	57,375.00
	Kayu Meranti Bekisting	0.2	m <sup>3</sup>	3,350,400.00	670,080.00
	Minyak Bekisting	0.4	Liter	29,600.00	11,840.00
					4,755,315.00
6	<b>Plat Dinding Beton Bertulang K-300</b>				
	Upah				
	Mandor	0.265	O.H	158,000.00	41,870.00
	Kepala Tukang Besi	0.262	O.H	148,000.00	38,776.00
	Tukang Besi	1.05	O.H	121,000.00	127,050.00
	Tukang Batu	0.275	O.H	121,000.00	33,275.00

N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
	Tukang Batu	1.3	O.H	121,000.00	157,300.00
	Pembantu Tukang	5.3	O.H	110,000.00	583,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Semen PC 40 Kg	8.4	Zak	60,700.00	509,880.00
	Pasir Cor	0.54	m <sup>3</sup>	243,000.00	131,220.00
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.81	m <sup>3</sup>	487,900.00	395,199.00
	Besi Beton Polos	157.5	Kg	12,500.00	1,968,750.00
	Paku Usuk	3.2	Kg	19,800.00	63,360.00
	Plywood Uk. 122x244x9 mm	2.8	Lemb ar	121,400.00	339,920.00
	Kawat Beton	2.25	Kg	25,500.00	57,375.00
	Kayu Meranti Bekisting	0.24	m <sup>3</sup>	3,350,400.00	804,096.00
	Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7	0.16	m <sup>3</sup>	4,711,500.00	753,840.00
	Minyak Bekisting	1.6	Liter	29,600.00	47,360.00
					6,052,271.00
7	<b>Plat Atap Beton Bertulang K-300</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.265	O.H	158,000.00	41,870.00
	Kepala Tukang Besi	0.262	O.H	148,000.00	38,776.00
	Tukang Besi	1.05	O.H	121,000.00	127,050.00
	Tukang Batu	0.275	O.H	121,000.00	33,275.00
	Tukang Batu	1.3	O.H	121,000.00	157,300.00
	Pembantu Tukang	5.3	O.H	110,000.00	583,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Semen PC 40 Kg	8.4	Zak	60,700.00	509,880.00
	Pasir Cor	0.54	m <sup>3</sup>	243,000.00	131,220.00
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.81	m <sup>3</sup>	487,900.00	395,199.00

N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
	Besi Beton Polos	157.5	Kg	12,500.00	1,968,750.00
	Paku Usuk	3.2	Kg	19,800.00	63,360.00
	Plywood Uk. 122x244x9 mm	2.8	Lemb ar	121,400.00	339,920.00
	Kawat Beton	2.25	Kg	25,500.00	57,375.00
	Kayu Meranti Bekisting	0.1935	m <sup>3</sup>	3,350,400.00	648,302.40
	Kayu Meranti Balok 4/6, 5/7	0.157	m <sup>3</sup>	4,711,500.00	739,705.50
	Minyak Bekisting	1.6	Liter	29,600.00	47,360.00
					5,882,342.90
8	<b>Keramik Dinding 30x30</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.05	O.H	158,000.00	7,900.00
	Kepala Tukang Batu	0.05	O.H	148,000.00	7,400.00
	Tukang Batu	0.5	O.H	121,000.00	60,500.00
	Pembantu Tukang	1	O.H	110,000.00	110,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Semen PC 50 Kg	0.186	Zak	69,100.00	12,852.60
	Semen Berwarna Yiyitan	1.5	Kg	12,500.00	18,750.00
	Pasir Pasang	0.018	m <sup>3</sup>	225,100.00	4,051.80
	Keramik Lantai (pocelain) Uk. 30x30	1.0406	m <sup>2</sup>	125,600.00	130,699.36
					352,153.76
9	<b>Keramik Lantai 30x30</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.035	O.H	158,000.00	5,530.00
	Kepala Tukang Batu	0.035	O.H	148,000.00	5,180.00
	Tukang Batu	0.35	O.H	121,000.00	42,350.00

N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
	Pembantu Tukang	0.7	O.H	110,000.00	77,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Semen PC 50 Kg	0.2	Zak	69,100.00	13,820.00
	Semen Berwarna Yiyitan	1.5	Kg	12,500.00	18,750.00
	Pasir Pasang	0.045	m <sup>3</sup>	225,100.00	10,129.50
	Keramik Lantai (pocelain) Uk. 30x30	1.0683	m <sup>2</sup>	136,100.00	145,395.63
					318,155.13
10	<b>Pemasangan Pipa Talang Air Hujan</b>				
	<u>Upah</u>				
	Tukang	0.135	O.H	121,000.00	16,335.00
	Pembantu Tukang	0.081	O.H	110,000.00	8,910.00
	<u>Bahan</u>				
	Talang Datar Persegi Ø 5 inci PVC	1	4m/L onjor	120,000.00	120,000.00
	Penggantung Talang	1	buah	40,000.00	40,000.00
	Spacer	1	buah	17,000.00	17,000.00
11	<b>Pemasangan Pipa Tegak Air Hujan</b>				
	<u>Upah</u>				
	Tukang	0.135	O.H	121,000.00	16,335.00
	Pembantu Tukang	0.081	O.H	110,000.00	8,910.00
	<u>Bahan</u>				
	Pipa Tegak Ø 4 inci PVC	1	4m/L onjor	95,000.00	95,000.00
	Klem Pipa	1	buah	45,000.00	45,000.00
					165,245.00
12	<b>Pemasangan Pipa Air Limbah</b>				



N o	Uraian Kegiatan	Koef	Satu an	Harga Satuan	Harga
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.0041	O.H	158,000.00	647.80
	Kepala Tukang	0.0135	O.H	148,000.00	1,998.00
	Tukang	0.135	O.H	121,000.00	16,335.00
	Pembantu Tukang	0.081	O.H	110,000.00	8,910.00
	<u>Bahan</u>				
	Pipa Ø 5 inci PVC	1	6m/L onjor	156,500.00	156,500.00
					184,390.80
13	<b>Pengurugan Tanah</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.019	O.H	158,000.00	3,002.00
	Pembantu Tukang	0.102	O.H	110,000.00	11,220.00
					14,222.00
14	<b>Pengurugan Pasir</b>				
	<u>Upah</u>				
	Mandor	0.01	O.H	158,000.00	1,580.00
	Pembantu Tukang	0.3	O.H	110,000.00	33,000.00
	<u>Bahan</u>				
	Pasir Urug	1.2	m <sup>3</sup>	150,200.00	180,240.00
					214,820.00



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-03

### KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : THARIQ MISWARY  
NRP : 3313100106  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	23-02-2017	Asistensi kebutuhan air, ground reservoir dan roof tank	
2	03-03-2017	Asistensi plumbing air buangan dan fire hydrant	
3	16-03-2017	Asistensi plumbing air hujan	
4	04-04-2017	Asistensi isometri perpipaan dan elevasi IPAL	
5	13-04-2017	Asistensi laporan draft TA BAB 3 (Gambaran Umum), pembahasan hasil kuisioner, ground reservoir, roof tank dan dimensi pipa air bersih	
6	20-04-2017	Asistensi laporan draft pembahasan pipa air buangan, fire hydrant, air hujan, tangki septik, ABR dan pengelolaan sampah	
7	10-05-2017	Asistensi untuk revisi setelah sidang progress (Revisi : roof tank, talang air hujan, pompa dan ground reservoir)	
8	30-05-2017	Asistensi BOQ dan RAB	

Surabaya, 12 Juni 2017  
Dosen Pembimbing,

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng



**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

FORM FTA-04

**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Nama Mahasiswa** : THARIQ MISWARY

**NRP** : 3313100106

**Judul** : Evaluasi Sistem Plambing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan  
Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota  
Surabaya

No	Saran Perbaikan (sesuai Form KTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1	Kesimpulan diperinci mengacu kepada tujuan	Hal 130 & 131
2	Gambar isometri dan pompa	Lampiran B, C, D, & E, No. gambar : 5, 10, 11, 16, dan 20
3	Gambar keadaan eksisting dan rencana dipisah (Grease Trap dan ABR termasuk gambar rencana)	Lampiran C, No. gambar : 6 dan 7
4	Tangki septik apakah sudah pernah dikuras	Hal 12 dan 89
5	Operasional reservoir	Hal 9, 59, dan 76
6	Pipa ventilasi tangki septik	Hal 86
7	Gambar potongan dengan perpipaan	Lampiran B & D, No. gambar : 4 dan 15
8	Perhitungan pemakaian air supaya direvisi	Tetap menggunakan perhitungan pemakaian air dari tagihan penggunaan air
9	Daftar pustaka diperbaiki	Hal 132
10	Foto bangunan rusun, penempatan talang air hujan	Lampiran E, No. gambar : 18
11	Cek waktu pemompaan	Hal 60
12	Perbaiki Perhitungan roof tank	Hal 60
13	Penulisan kalimat harus singkat dan jelas, max 17 kata/ kalimat	-
14	Ground reservoir + fire hydrant, sumber airnya dari PDAM? Bukan air hujan? Pengaliran air hujan?	Hal 9, 59, dan 76. Sumber air pemadam kebakaran tidak dari air hujan.
15	Roof tank cukup? hitung kembali	Hal 60
16	Perencanaan ABR tidak merubah eksisting saluran air?	Lampiran C, No. gambar 7

Dosen Pembimbing,

Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng

Mahasiswa Ybs, 12 Juni 2017

Thariq Miswary



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01


FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Nilai TOEFL 457

Hari, tanggal : Rabu, 3 Mei 2017  
Pukul : 11.00 - 12.00 WIB  
Lokasi : TL-101  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun  
Gunungsari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Tugas Akhir
1.	Kesimpulan diperinci mengenai pd tugas
2.	Sumber jumlah timetri dan perangan



Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing  
Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 3 Mei 2017  
Pukul : 11.00 - 12.00 WIB  
Lokasi : TL-101  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Tugas Akhir
11	Kesimpulan 1. & Sebaiknya disuburkan kegiatan agar lebih berperan di 1.2 Report dihapus 1.3 Fik apakah beroperasi/pemipaan 1.4 lebih jelas (2-1)? 1. Analisis panyer diantara 4 & 12 ada sbb ada? tandi septik apa saja pdaat sekurs / standard 1. lengkapi isometri air bersih & air limbah operasional reservoir pipa ventilasi tandi septik? - lengkapi gambar potongan duf perpipaan - Perhit. pemalut air spy direnti.

Formulir KTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

OK  
18/5

Dosen Pengarah

Budi Djolom

Dosen Pembimbing

Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng

( J )  
Kicall




PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 3 Mei 2017  
Pukul : 11.00 - 12.00 WIB  
Lokasi : TL-101  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Tugas Akhir
1.	Daftar pustaka diperbaiki
2.	Foto bangunan rumah → penempatan talang air hujan
3.	Cek waktu pompa
4.	Perhitungan roof tank
	 18/5 2017

Formulir KTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Dosen Pengarah

Alfan Purnomo, ST, MT

Dosen Pembimbing

Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng

(  )  
(  )



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948866, Fax: 031-5928387

PTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/3/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 3 Mei 2017  
Pukul : 11.00 - 12.00 WIB  
Lokasi : TL-101  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Pengarah Seminar Tugas Akhir
1.	Penyusunan Lembarat hrs singkat dan jelas, max 17-hari halamnet
2.	Ground Reserfor + fire hydrant $\Rightarrow$ sumber airnya dari PDAM? buhan air nyawa? Pengawasan Air layak (C Resiko desain)
3.	Proptauke celup? Hiding (ubah) (Cek kembali)
4.	Perencanaan ABK tidak berubah Raring seluruh air?

Formulir KTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pengarah

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing

Dosen Pengarah

Adhi Yudianto

Dosen Pembimbing

Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng

*(Handwritten signatures)*





**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp: 031-5948886, Fax: 031-5922327


FORM FTA-05

## **FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Nama Mahasiswa** : THARIQ MISWARY  
**NRP** : 3313100106  
**Judul** : Evaluasi Sistem Plambing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun Gunungsari Kota Surabaya

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1	Teori saluran tertutup diperjelas dan dimengerti	Hal 106
2	Perubahan 4 pompa untuk air bersih	Hal 61
3	Saran dicatat masing-masing penguji	Sudah dicatat
4	Perhitungan RAB ABR	Hal 127
5	Kesimpulan direvisi	Hal 131
6	Slope 0.000? air tidak mengalir	Hal 107 -108
7	Gambar ABR & tangki septik 10 cm diatas tanah	Lampiran F, No. Gambar 37 & 30
8	Abstrak diperbaiki	Hal i dan iii
9	Perencanaan roof tank diperjelas	Hal 59 - 61
10	Perencanaan sampah diperjelas	Hal 111 - 115
11	Daftar pustaka diperbaiki	Hal 133 - 135
12	RAB gerobak sampah	Hal 128
13	Posisi pipa ven untuk tangki septik	Lampiran F, No. Gambar 37

Dosen Pembimbing,

  
Ir. Hari Wiko Indarjanto, M.Eng

Mahasiswa Ybs, 20 Juli 2017

  
Thariq Miswary





PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948866, Fax: 031-5926387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141581 (0/0/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 4 Juli 2017  
Pukul : 10.00 - 12.00  
Lokasi : TL - 105  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah Susun  
Gunungsari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

Nilai TOEFL 457

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
(1)	Revisi sistem plumbing di rumah susun
(2)	dan di lingkungan
(3)	Pembelian pompa air bersih di Catatan, hari-hari minggu Thariq Miswary

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Ir. Harwiko Indarjanto, M.Eng



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5920307

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141551 (06/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 04 Juli 2017  
Pukul : 10.00 - 12.00  
Lokasi : TL - 105  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah  
Susun Gunung Sari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
✓1	penentuan jam puncak, waktu puncak
✓2	BoD <sub>5</sub> & COD, refluks air limbah!
✓3	jumlah. nilai 52 vs jumlah. material tidak tepat
✓4	d/D, Q <sub>max</sub> /Q <sub>full</sub>
✓5	Perhitungan K <sub>AB</sub> → perlu revisi
✓6	Kecepatan 3.2 → revisi
✓7	Tebal 5.21 slope 0.000 ?
✓8	sumbu - maning
✓9	kapasitas pengolahan & pompa
✓10	luas drag.
11	Gambar Alokasi & t. septik 10 cm diameter tanah

OK  
17/7

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji : Bowo Djalila

(  )

Dosen Pembimbing : Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng

(  )



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948888, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141531 (0/0/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 14 Juli 2017  
Pukul : 10.00 - 12.00  
Lokasi : TL - 105  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah  
Susun Gunung Sari Kota Surabaya  
Nama : Thariq Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Abstrak diperbaiki. <i>h.</i>
2.	Kerangka acuan diperbaiki. <i>h.</i>
3.	Perencanaan pelepasan diperjelas <i>h.</i>
4.	Perencanaan Sampah diperjelas <i>h.</i>
	<i>[Signature]</i> 19/7/17

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

*Albi Yuniarto ST, MT, PhD*

*[Signature]*

Dosen Pembimbing

Ir. Hariwiko Indarjanto, M.Eng

( )



PROGRAM SARJANA JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN FTSP-ITS  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN-ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-6940006, Fax: 031-6926387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2016/2017

Kode/SKS : RE141531 (0/0/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 14 Juli 2017  
Pukul : 10.00 - 12.00  
Lokasi : TL-105  
Judul : Evaluasi Sistem Plumbing, Instalasi Pengolahan Air Limbah dan Pengelolaan Sampah Di Rumah  
Susun Gunungsan Kota Surabaya  
Nama : Thaqi Miswary  
NRP. : 3313100106  
Topik : Perencanaan baru atau perencanaan ulang

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Biografi hlm terakhir ✓
2.	Daftar pustaka diperbaiki ✓
3.	Pembahasan ke simpulan diperbaiki ✓
4.	RAB Gerobak Sampah ✓
5.	Posisi pipa van untuk tangki septik ✓

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Alfian Purnomo

( Alfian Purnomo )

Dosen Pembimbing

Ir. Hariwiko Indrajanto, M.Eng

( Hariwiko Indrajanto )

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Thariq Miswary dilahirkan di Banda Aceh tanggal 9 Januari 1996. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2001-2007 di SDN 82 Banda Aceh. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Banda Aceh pada tahun 2007-2010, sedangkan pendidikan tingkat atas dilalui di SMAN 3 Banda Aceh dari tahun 2010-2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

ITS, Surabaya pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313 100 106.

Selama perkuliahan, penulis aktif sebagai panitia di berbagai kegiatan HMTL maupun BEM ITS. Penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi di HMTL dan sebagai Kepala Divisi Bakti Lingkungan KPPL (Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan). Prestasi yang pernah diraih penulis salah satunya adalah mendapatkan pendanaan dari DIKTI pada Program Kreativitas Mahasiswa Bidang Pengabdian Masyarakat (PKM-M) pada tahun usulan 2014 dan 2016. Berbagai pelatihan dan seminar juga telah diikuti dalam rangka pengembangan diri. Penulis dapat dihubungi via email [thariqmiswary@gmail.com](mailto:thariqmiswary@gmail.com).